

JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ujarstvo

(Online)

Volumen 54, broj 1 (2023)

ISSN 0351-9503 (Print)

ISSN 2956-0594 (Online)

DOO INDUSTRIJSKO BILJE NOVI SAD



INDUSTRIJSKO BILJE

www.indbilje.co.rs

JOURNAL OF EDIBLE OIL INDUSTRY

ULJARSTVO

ČASOPIS ZA INDUSTRIJU BILJNIH ULJA, MASTI I PROTEINA

Volumen 54, broj 1

(Online)

Godina 2023

SADRŽAJ

CONTENT

Pregledni radovi

Review articles

1. Čurović O.

- UTICAJ GLOBALNIH KRIZA NA PROIZVODNJU I TRŽIŠTE ULJANIH USEVA** 5
*INFLUENCE OF GLOBAL CRISES IN THE WORLD ON PRODUCTION
AND MARKET OF OIL CROPS*

Originalni naučni radovi

Original scientific papers

2. Lužaić T., Grahovac N., Stojanović Z., Đurović A., Kravić S., Kozomora K., Romanić R.

- OKSIDATIVNA STABILNOST HLADNO PRESOVANOG ULJA SUNCOKRETA LINO-
LNOG I VISOKOOLEINSKOG TIPA SA DODATKOM RUZMARINA I BELOG LUKA** 21
*OXIDATIVE STABILITY OF LINOLEIC AND HIGH-OLEIC COLD PRESSED SUNFLOWER
OIL COLD PRESSED SUNFLOWER OIL WITH THE ADDITION ROSEMARY AND GARLIC*

3. Grahovac N., Aleksić M., Đurović A., Stojanović Z., Cvejić S., Jocić S., Lužaić T., Romanić R.

- OPTIMIZACIJA EKSTRAKCIJE HLOGROGENE KISELINE IZ UZORAKA SUNCOKRETA
ZA ODREĐIVANJE VISOKOPRITISNOM TEČNOM HROMATOGRAFIJOM** 29
*OPTIMIZATION OF CHLOROGENIC ACID EXTRACTION FROM SUNFLOWER
SAMPLES FOR HIGH-PRESSURE LIQUID CHROMATOGRAPHY ANALYSIS*

4. Đukić V., Miladinović J., Stojanović D., Mamlić Z., Čeran M., Randelović P., Vasiljević S.

- SADRŽAJ I PRINOS PROTEINA I ULJA U NS SORTAMA SOJE REGISTROVANIM
U 2023. GODINI** 39
*CONTENT YIELD OF PROTEIN AND OIL IN NS SOYBEAN VARIETIES REGISTERED
IN 2023*

5. Đukić V., Miladinović J., Dozet G., Mamlić Z., Kandelinska O., Randelović P., Latković D.

- INTERAKCIJA AMONIJUM NITRATA NA KVALITET ZRNA SOJE
PRI JESENJOJ I PROLEĆNOJ OSNOVNOJ OBRADI ZEMLJIŠTA** 47
*INTERACTION OF AMMONIUM NITRATE ON THE QUALITY OF SOYBEAN
IN AUTUMN AND SPRING ON SOIL CULTIVATION*

6. Dozet G., Đukić V., Miladinović J., Mamlić Z., Cvijanović G., Bajagić M., Cvijanović V.

- REAKCIJA SOJE NA PRIMENU NPK ĐUBRIVA** 55
SOYBEAN REACTION TO THE APPLICATION OF NPK FERTILIZERS

7. Mamlić Z., Dozet G., Đukić V., Miladinović J., Čeran M., Đurić N., Ulharik A.

- UZAJAMNI ODNOS ĐUBRENJA I VREMENA OSNOVNE OBRADE
NA PRINOS I KVALITET ZRNA SOJE** 63
*MUTUAL RELATIONSHIP OF FERTILIZATION AND THE TIME OF BASIC
PROCESSING ON THE YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN*

8. Nikolić I., Vidosavljević M., Romanić R., Lužaić T., Takači A., Kravić S.
**REOLOŠKE I SENZORSKE OSOBINE HLADNO PRESOVANIH ULJA
DOSTUPNIH NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRBIJE** 71
*RHEOLOGY AND SENSORY PROPERTIES OF COLD PRESSED OILS
AVAILABLE ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SERBIA*
9. Stožinić M., Lončarević I., Pajin B., Zarić D., Aleksić S., Škrbić J.
**OKSIDATIVNA STABILNOST PARCIJALNO HIDROGENOVANE MASTI I MASTI
BEZ TRANS MASNIH KISELINA NAMENJENIH PROIZVODNJI KREM PROIZVODA** 83
*OXIDATIVE STABILITY OF PARTIALLY HYDROGENATED FAT AND FAT WITHOUT
TRANS FATTY ACIDS INTENDED FOR THE PRODUCTION OF CREAM PRODUCTS*
10. Purić M., Rabrenović B., Nedović V., Rac V., Lević S.
**INKAPSULACIJA HLADNO PRESOVANOG ULJA SEMENKI JABUKE METODAMA
ELEKTROSTATIČKE EKSTRUZIJE I „SPREJ” SUŠENJA** 93
*ENCAPSULATION OF COLD PRESSED APPLE SEED OIL USING ELECTROSTATIC
EXTRUSION AND SPRAY DRYING*

Stručni radovi

Technical papers

11. Parenta G., Romanić R., Lužaić T., Klac P., Gvozdrenović M., Milković B., Števanov M, Švenderman S.,
Vlahović N.
**UTICAJ FILTRACIJE I KLARIFIKACIJE NA KVALITET SIROVOG PRESOVANOG
SUNCOKRETOVOG ULJA** 103
*INFLUENCE OF FILTRATION AND CLARIFICATION ON THE QUALITY
OF CRUDE PRESSED SUNFLOWER OIL*
12. Šarac V., Nikolovski Z., Ševo M., Sremčev B.
**POVEĆANJE EFIKASNOSTI UKLANJANJA RASTVARAČA ZAMENOM PRESA
U POGONU SPC** 111
*REPLACEMENT OF THE PRESS IN THE SPC PLANT IN ORDER TO INCREASE
THE EFFICIENCY OF SOLVENT REMOVAL*

Prilozi

Supplements

- IN MEMORIAM - Prof. dr STEVAN MAŠIREVIĆ 117
IN MEMORIAM - Prof. dr STEVAN MAŠIREVIĆ
- DOGAĐAJI 119
EVENTS
- UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA 123
INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS

Izdavač(i)*Publisher(s)*

**Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Tehnologija biljnih ulja i masti
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Poslovna zajednica „Industrijsko bilje” DOO, Novi Sad**
*University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Vegetable Oils and Fats Technology
Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia, Novi Sad
Business Association „Industrial crops” Novi Sad*

Savetodavni odbor*Advisory board*

**Prof. dr Ranko Romanić, Prof. dr Biljana Pajin, Dr Vladimir Miklič, Prof. dr Biljana Rabrenović,
Doc. dr Ivana Lončarević, Gordan Parenta, dipl. inž., Milan Ševo, dipl. inž., Nada Grbić, dipl. inž.,
Dragan Trzin, dipl. inž., Mirjana Grujić, dipl. hem.**

Članovi savetodavnog odbora iz inostranstva*Advisory board members from abroad*

**Prof. György Karlovits, Ph.D., Corvinus University, Budapest, Hungary; Ph.D. Branislav Dozet,
KWS Group, Budapest, Hungary; Prof. Mirjana Bocevska, Ph.D., Faculty of Technology and
Metalurgy, Skopje, Macedonia; Prof. Vlatko Marušić, Ph.D., Mechanical Engineering Faculty,
Slavonski Brod, Croatia; Prof. Nedyalka Yanishlieva-Maslarova, Ph.D., Institute of Organic
Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; Prof. Gerhard Jahreis, Ph.D., Friedrich-
Schiller-Universität, Jena, Germany; Ph.D. Werner Zschau, Wörthsee, Germany**

Uređivački odbor*Editorial board*

Prof. dr Ranko Romanić, Zoran Nikolovski, dipl. inž., Mr Zvonimir Sakač

Glavni i odgovorni urednik*Editor in chief*

Prof. dr Ranko Romanić

Urednik*Editor*

Dr Olga Čurović

Tehnička priprema i dizajn*Technical preparation and design*

Prof. dr Ranko Romanić

Adresa redakcije*Editorial board address*

**Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Tehnologija biljnih ulja i masti,
21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, Republika Srbija
Telefon: 021 485 3700; Fax: 021 450 413; e-mail: uljarstvo.tf@uns.ac.rs**
*University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Vegetable Oils and Fats Technology,
21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, Republic of Serbia
Phone: +381 21 485 3700; Fax: +381 21 450 413; e-mail: uljarstvo.tf@uns.ac.rs*

ISSN (Štampano izdanje)

ISSN (Print)

0351-9503

ISSN (Online)

ISSN (Online)

2956-0594

Web-adresa (URL)*Web address (URL)*

<https://www.tf.uns.ac.rs/nauka-i-istrazivanje/publikacije/17-srpski/nauka-i-istrazivanje/publikacije/553-uljarstvo.html>

UTICAJ GLOBALNIH KRIZA NA PROIZVODNJU I TRŽIŠTE ULJANIH USEVA*Dr Olga Čurović**

DOO „Industrijsko bilje”, Novi Sad, Republika Srbija

IZVOD

Osnovni cilj rada je, da se ukaže da poljoprivredna proizvodnja i tržište zavise pored osnovnih i od drugih faktora. U datim okolnostima kakve su danas, poljoprivredna proizvodnja u velikoj meri zavisi od društveno političkih događaja u zemlji i svetu. U radu je dat prikaz tržišta i proizvodnje uljanih useva i ulja u vremenima punim izazova XXI veka. Mislilo se da se agresijom na Srbiju krajem prošlog veka završilo sa nemilim događajima, međutim nije tome kraj. Pojava gripa Kovid-19 koja je poprimila pandemijske razmere dovela je do poremećaja tržišta, nestašice roba i skoka cena. Cene su rasle, jer roba nije bilo na tržištu (gde je tražnja) zbog nemogućnosti transporta, dok je proizvodnje bilo dovoljno. Ovaj period je bio I. faza i razlog za skok cena. S početkom specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu, nastavljena je nestašica roba na tržištu i rast cena. To je II. faza poremećaja tržišta. Rusija i Ukrajina su zemlje koje proizvode i izvoze pšenicu, uljane useve, pre svega suncokret i ulje, kao i druge proizvode i u velikoj meri snabdevaju evropsko tržište.

U radu se iznose globalni događaji koji utiču na proizvodnju i tržište poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda kod nas i u svetu. Prethodna dva rada objavljena u Zbornicima radova, prvi sa 62. Savetovanja industrije ulja ukazao je pre svega na uticaj Kovid-19, koji je poprimio pandemijske razmere i poremetio svetsko tržište. Drugi rad je sa 63. Savetovanja industrije ulja u vreme trajanja Kovida-19 i početkom specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu i njenim uticajem na svet uopšte u 2022. godini. Istovremeno se dešavaju vremenske nepogode sa promenom klime što dovodi do otopljanja i pojave suše na pojedinim lokalitetima. Poremećaj se naravno odrazio na tržište i proizvodnju poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda.

Ključne reči: uljani usevi, proizvodnja, tržište, cene, Kovid-19, društveno-politički događaji, vremenske nepogode.

INFLUENCE OF GLOBAL CRISES IN THE WORLD ON PRODUCTION AND MARKET OF OIL CROPS**ABSTRACT**

The main goal of this paper is to point out that agricultural production and the market depend on other factors in addition to the basic ones. In the given circumstances as they are today, agricultural production largely depends on socio-political events in the country and the world. The paper presents the market and production of oilseeds and oils in the times full of challenges of the XXI century. It was thought that with the aggression against Serbia at the end of the last century was the end with unpleasant

* Dr Olga Čurović
Dimitrija Tucovića 2A, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 661 6633; E-mail: office@indbilje.co.rs

events, but that is not the end of it. The outbreak of Covid-19 flu, which has reached pandemic proportions, has led to market disruptions, shortages of goods and soaring prices. Prices rose because the goods were not on the market (where there is demand) due to the impossibility of transport, while production was sufficient. This period was phase I and the reason for the price jump. With the beginning of Russia's special military operation on Ukraine, the shortage of goods on the market and the growth of prices continued. This is phase II market disruption. Russia and Ukraine are countries that produce and export wheat, oilseeds, primarily sunflower and oil, as well as other products and largely supply the European market.

The paper presents global events that affect the production and market of agricultural and food products here and in the world. The previous two papers published in the Proceedings, the first from the 62nd *Production and processing of Oilseeds* Conference, pointed above all to the impact of Covid-19, which took on pandemic proportions and disrupted the world market. The second paper is about the 63rd *Production and processing of Oilseeds* Conference during the duration of Covid-19 and the beginning of Russia's special military operation on Ukraine and its impact on the world in general in 2022. At the same time, weather disasters occur with climate change, which leads to warming and the occurrence of drought in certain localities. The disruption naturally affected the market and the production of agricultural and food products.

Key words: oil crops, production, market, prices, Covid-19, socio-political events, weather problems.

UVOD

Veliki događaji koji se dešavaju od NATO bombardovanja naše zemlje (tada Jugoslavije), i nadalje u ovih dvadeset dve godine XXI veka zaslužuju da se zabeleže, ne umanjujući osnovne teme ovog Časopisa i Savetovanja industrije ulja. U sklopu ovih tema, biće prikazana proizvodnja uljanih useva i ulja u Srbiji i svetu, zatim kretanja na tržištu i cenovni uticaj na proizvodnju. Upravo zato će biti dat osvrt na osnovne faktore koji se moraju ispuniti da bi se mogla odvijati poljoprivredna proizvodnja. Oni jesu poznati i do danas nisu promenjeni, međutim, kada je reč o društveno-političkim događajima i promenama i oni će biti uzeti u obzir.

Uticaj osnovnih faktora na poljoprivredno-prehrambenu proizvodnju

Uticaji osnovnih faktora na poljoprivredno-prehrambenu proizvodnju su poznati. Kakva god bila poljoprivredna proizvodnja ona na svoj način utiče na tržišna kretanja. Definisani uslovi za odvijanje poljoprivredne proizvodnje zavise od nekoliko faktora:

A Osnovni uslovi:

- plodnost zemljišta;
- klima sa mikroklimatskim promenama;
- čovek na osnovu agroekologije određuje agrotehniku.

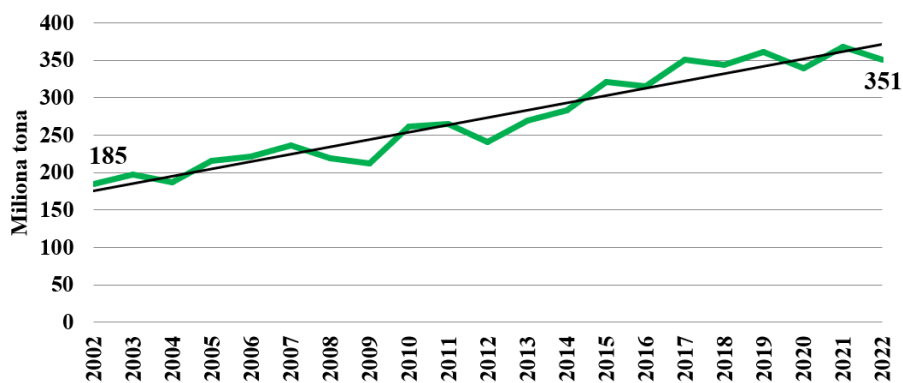
B Sa jačanjem države na poljoprivrednu proizvodnju utiču:

- društveno-političko uređenje;
- ekonomska politika sa agrarnom politikom.

C Najnoviji spoljni uticaji, sistemski dovedeni do vrhunca:

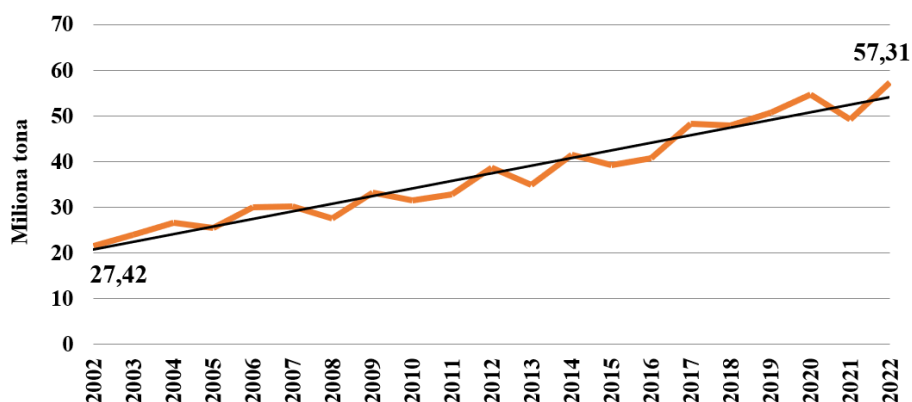
- uticaj svetskog tržišta u uslovima globalizacije;
- širenje gripa i prerastanje u pandemiju pod nazivom Kovid-19;
- početkom 2022. godine počinje ukrajinska kriza, i prerasta u svetsku.

Nikada se nije toliko pričalo o poljoprivredno-prehrambenoj proizvodnji, odnosno o proizvodnji hrane kao što je to u periodu Kovida-19 i od kako traje specijalna vojna operacija Rusije na Ukrajinu. Pojavom pandemije Kovid-19, od naredne 2020. godine, je velika pažnja data proizvodnji hrane i snabdevenosti tržišta. Po podacima ne samo USDA već i evropske i naše statistike, pandemija nije imala negativnog uticaja na poljoprivrednu proizvodnju, i na proizvodnju soje i suncokreta (slika 1 i 2). Proizvodnja je rasla.



Slika 1. Svetska proizvodnja soje

Figure 1. World soybean production



Slika 2. Svetska proizvodnja suncokreta

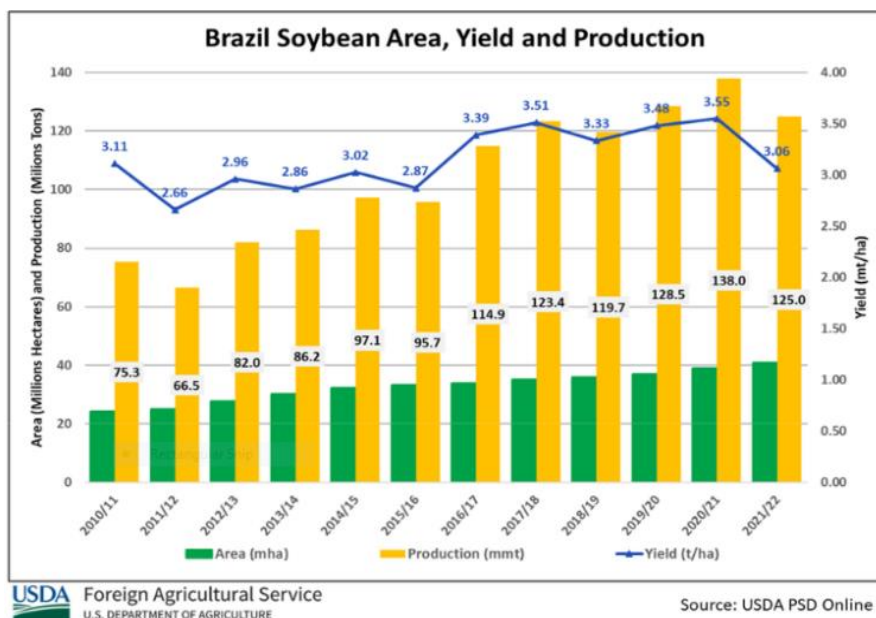
Figure 2. World sunflower production

Proizvodnja soje u svetu je u vreme Kovid-19 povećana za preko 8%, dok su prognoze za 2021/2022. godinu smanjene samo za 4,5% u odnosu na prethodnu godinu. Proizvodnja soje u Brazilu kao najvećem proizvođaču imala je slična kretanja (slika 3).

U dužem vremenskom periodu od 15 godina, proizvodnja soje je povećala površine za 35%, a proizvodnju čak za 65%. Suncokret je u istom periodu povećao površine za 17%, dok je proizvodnju povećao za 51%.

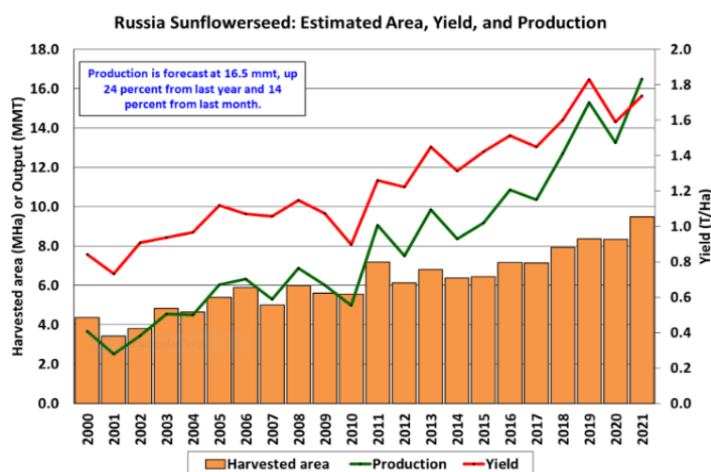
Bez obzira na solidnu proizvodnju, tržište se poremetilo. Došlo je do nestašice roba u odnosu na ranije isporuke, i cene su počele da „skaču”. Šta je tome doprinelo, osim pandemije gripa (Kovid-19), odnosno nalaganja i sprovođenja mera za sprečavanje gripa, a pored toga, grip još uvek traje. Svetska zdravstvena organizacija je najavljivala, pratila, kontrolisala preko svoje već odavno uspostavljene mreže u svim državama sveta, davala uputstva i mere za odbranu od

Kovida-19. Mere su bile u cilju da se smanji širenje bolesti, međutim s druge strane one su zbog zahteva za vakcinacijom, restrikcijama u saobraćaju i izolacijama ne samo pojedinaca već i gradova, regija pa i država, dovele do negativnog uticaja na promet roba i snabdevenost tržišta. Upravo pandemija i sprovedene mere na zahtev Svetske zdravstvene organizacije su prvi i pravi razlog (I. faza), u tom periodu, za povećanje cena poljoprivredno-prehrambenih proizvoda na svetskom tržištu.

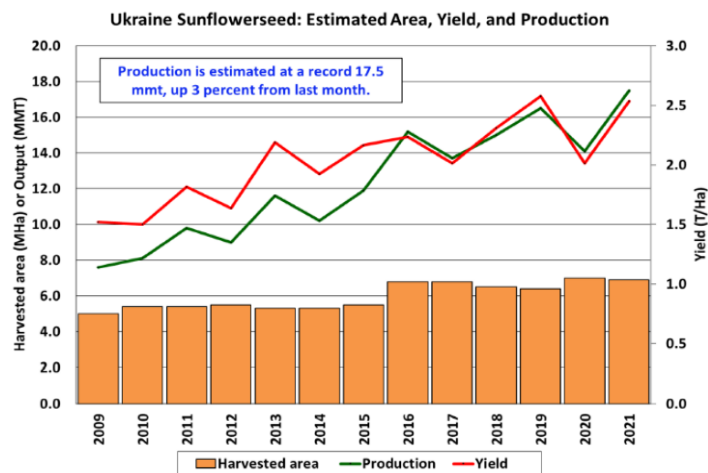


Slika 3. Proizvodnja soje u Brazilu
 Figure 3. Soybean production in Brazil

Na slikama 4 i 5 su prikazane površine, prinosi i proizvodnja suncokreta u Rusiji i Ukrajini.



Slika 4. Rusija: površine, prinosi i proizvodnja suncokreta
 Figure 4. Russia: areas, yields and sunflower production



Slika 5. Ukrajina: površine, prinosi i proizvodnja suncokreta
Figure 5. Ukraine: areas, yields and sunflower production

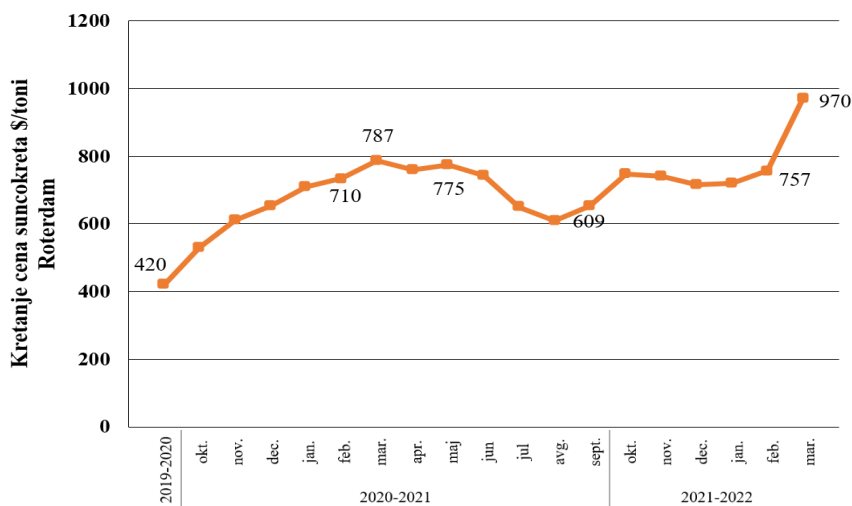
I nadalje, tokom 2021. godine Kina je povećavala uvoz uljanih useva i ulja. Uvezla je 100 miliona tona soje i najveća je zemlja u preradi soje, mada proizvodi pet puta manje. Dok je Rusija u istom periodu povećavala izvozne carine, ne samo za suncokret, ulje već i za druge proizvode koji se odnose na hranu. Ovako povećana tražnja izazvana je ne samo velikim uvozom i tražnjom uljanih useva i ulja, već i smanjenim izvozom (ponudom) zbog povećanja carina i taksi. I to je dovelo do poremećaja tržišta i povećanja cena.

Rusija je jedna od vodećih zemalja sveta u proizvodnji pšenice 11% (85 mil. tona), suncokreta 27% (13,3 mil. tona), šećera od šećerne repe 16% (6,0-8,5 mil. tona) i drugih poljoprivrednih proizvoda. U proizvodnji suncokreta zajedno sa Ukrajinom čini 55-60% svetske proizvodnje, a u izvozu suncokretovog ulja, zajedno pokrivaju 80% svetskog tržišta (slike 4 i 5). Nije malo razloga zbog kojih su Zapadna Evropa i Amerika sa svojim saveznicima veliku pažnju posvetile Ukrajini i Rusiji koja je najveći snabdevač Evrope gasom, naftom, mineralnim đubrivom i drugim proizvodima.

I nakon dve i po godine, pandemija koja još uvek traje, sa najavom širenja novih mutiranih virusa, prema upozorenjima iz SZO, nadovezuje se ukrajinska kriza, koja je odmah prerasla u svetsku krizu. Specijalna vojna operacija Rusije u Ukrajini od 24. februara 2022. godine dovela je do novih poremećaja tržišta (II. faza), jer je onemogućen izvoz iz Ukrajine, a sa druge strane Evropska unija i SAD su odmah uvele sankcije Rusiji sa istim ishodom. Rusiji su sankcije uvedene od svih institucija u svetu pa i od UN, a gotovo sve su pod direktnom kontrolom Zapada. S obzirom na značaj poljoprivredne proizvodnje ove dve zemlje i nemogućnosti izvoza, tržište je oskudevalo u proizvodima od pšenice, suncokreta, ulja i dr.

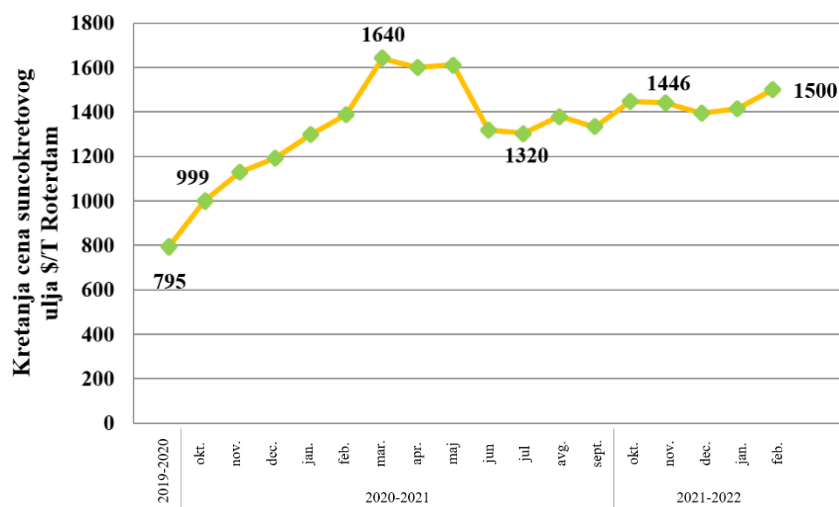
Ukrajina je ipak izvezla 415.000 tona žitarica u martu 2022. godine drumskim i železničkim putem preko zapadne granice, preko Poljske i Rumunije. Ovo je pad od 79% u odnosu na isti mesec godinu dana ranije. Ukrajina je do kraja sezone po proceni mogla da izveze i 745.000 tona uljarica drumovima i železnicom što bi bilo dovoljno za neposredne zahteve EU. Ukrajina je izvezla još 107.000 tona sirovog suncokretovog ulja tokom meseca marta te godine. Ministarstvo poljoprivrede Ukrajine, sa druge strane kaže da je prolećna setva u zemlji 30% manja nego pre godinu dana zbog rata koji je u toku. U nekim regionima setva je smanjena za

70%. Ukrajina ipak izvozi na evropsko tržište, dok je pritisak na sve zemlje sveta da ne kupuju ruske proizvode, međutim, za vodeće zemlje EU ne važi zabrana uvoza ruskog gasa i nafte. Kretanje cena suncokreta i suncokretovog ulja (\$/toni) na berzi u Rotterdamu, po mesecima u periodu 2020-2021. i 2021-2022. godine, u odnosu na 2019-2020. godinu, prikazano je grafički na slikama 6 i 7.



Slika 6. Kretanje cena suncokreta (\$/toni, Rotterdam)

Figure 6. Trends of sunflower prices (\$/ton, Rotterdam)



Slika 7. Kretanje cena suncokretovog ulja (\$/toni, Rotterdam)

Figure 7. Trends of sunflower oil prices (\$/ton, Rotterdam)

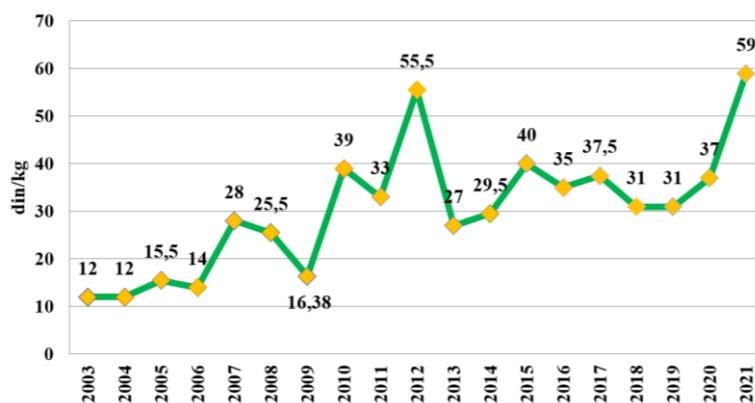
Cene poljoprivrednih proizvoda i proizvoda i hrane za životinjsku i ljudsku upotrebu su poskupele sa prognozama da se ništa neće vratiti na staro stanje, odnosno da, od ovih događaja više neće biti jeftina hrana. U vreme Kovid-19 suncokret je poskupeo oko 87%, dok u vreme ukrajinske krize od kraja februara do početka aprila 2022. godine, 28%. Posmartajući kumulativno od kraja 2019. do aprila 2022. godine cena suncokreta je porasla za 130% na svetskom tržištu, dok je cena jestivog ulja u istom periodu porasla za 88% (slike 6 i 7).

U isto vreme tržište ulja postaje uzburkano zbog turbulencija sa palminim uljem koje čini 40% proizvodnje svih biljnih ulja. Palminom ulju je pretilo da će potražnja iz Kine pasti, zbog Kovid-

19 blokade u zemlji. Ali 22. aprila 2022. godine) nakon zatvaranja tržišta, došao je novi „potres” na tržištu, jer je indonežanski predsednik najavio da će zabraniti sav izvoz palminog ulja od 28. aprila 2022. godine. Malezijska vlada je zadržala izvoznju carinu za sirovo palmino ulje od 8%, podigla je referentnu cenu na 1.564,64 \$/toni. Zbog ovih mera već se prave računice i predviđaju posledice ovih mera na cene ostalih ulja. Još jedno povećanje cena poljoprivredno-prehrambenih proizvoda, i ne samo njih već i inputa (gasa, nafte, D2 goriva, đubriva, semena, zaštitnih sredstava, ostale hemije i dr.). U stvarnosti sve je poskupelo, svi proizvodi nevezano da li su u direktnom repolancu ili ne.

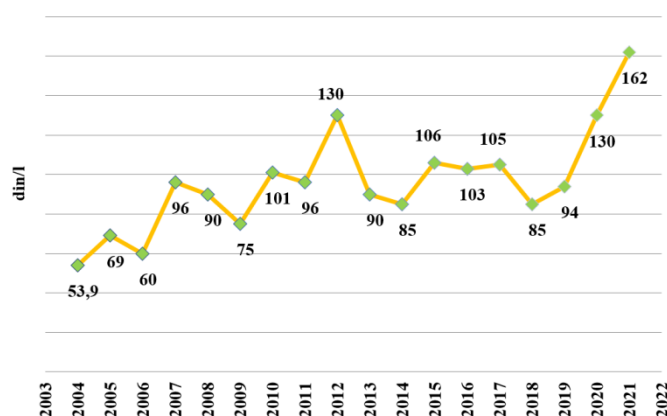
Osnovna sirovina za proizvodnju biljnih ulja su naravno uljani usevi. Posmatrajući situaciju od nastanka pandemije Kovid-19, zatim oružane operacije Rusije na Ukrajinu, sve to je imalo velikog uticaja na tržište i cene hrane uopšte. Kretanja cena na svetskom tržištu i tržištu u Srbiji su pokazala da kriza nije lokalna, već je odmah bila svetska.

Na slikama 8 i 9 grafički je prikazano kretanje cena suncokreta i suncokretovog ulja (din/kg) u Srbiji, u periodu 2003. do 2021. godine, odnosno 2004. do 2022. godine.



Slika 8. Kretanje cena suncokreta (din/kg) u Srbiji u periodu 2003-2021. godine

Figure 8. Trends in sunflower prices (din/kg) in Serbia, 2003-2021



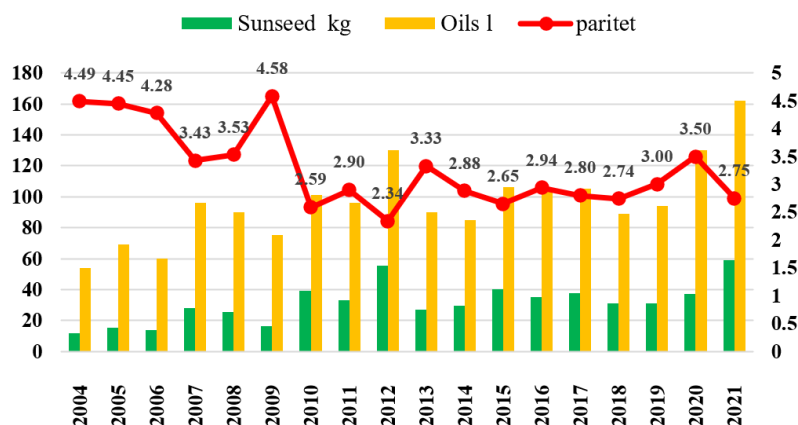
Slika 9. Kretanje cena jestivog ulja (din/l) u Srbiji u periodu 2004-2022. godine

Figure 9. Trends in sunflower prices (din/kg) in Serbia, 2004-2021.

Slična su kretanja bila i na srpskom tržištu (slike 8 i 9). Otkupna cena suncokreta, u celom ovom periodu, je porasla 90%, dok je cena jestivog suncokretovog ulja porasla samo 70%, zahvaljujući

Uredbi Vlade Srbije o ograničenju visine cena osnovnih životnih namirnica i vraćanje na dan od 15. novembra 2021. godine. Cena ulja je niža od one koja bi trebala da bude po osnovu cena osnovne sirovine i ostalih manipulativnih troškova (utovar, istovar, sušenje i dr.), bar u istoj srazmeri rasta cena inputa.

Paritetan odnos otkupnih cena suncokreta i cena ulja je trenutno najlošiji za fabrike ulja u poslednjih 10 godina (slika 10).



Slika 10. Paritet otkupnih cena suncokreta i cena ulja u Srbiji u periodu 2004-2021. godine

Figure 10. Parity of purchase prices of sunflower seed and oil prices in Serbia, 2004-2021

Pandemije, sankcije i sukobi su istorijski događaji koji se dešavaju i danas. Pojedinačno i sveobuhvatno, odnosno, zajedno njihov uticaj je podjednako važan, kao i prethodno izneti faktori u pojedinim fazama, na tržišna kretanja. Uticaj društveno-političkih događaja na proizvodnju uljanih useva je u ovom radu ukratko prikazan, međutim osvrtno na novi društveno-politički poredak koji tek sledi, ostaje kao obaveza za naredne radove i naredna Savetovanja.

Najveći uticaj na našu zemlju su bile desetogodišnje sankcije „međunarodne zajednice” koje su na kraju završile NATO bombardovanjem 1999. godine. Naša privreda je bila uništena. Međutim, svoju snagu su ispoljile poljoprivreda i u dobroj meri prehrambena industrija, proizvele su za domaće potrebe hranu i obezbedile socijalnu i prehrambenu sigurnost zemlje. Malo ko se bavio analizom stanja privrede u tom vremenu, koliki su gubici ne samo materijalni već i ljudski, zdravstveni i psihički poremećaji, zato što su neki nemerljivi. Jedino se može izračunati površina pokušaja otimanja Kosova i Metohije od strane „međunarodne zajednice” na šta sam se osvrnula na Savetovanju 2019. godine. I ovih dvadesetak godina XXI veka zaslužuju sve više da se o njima piše, ne umanjujući, već naprotiv obogaćujući osnovnu temu ovog rada.

Ovaj rad je nastavak radova sa prethodnih Savetovanja. Za razliku od njih, ovaj rad sublimira sva globalna dešavanja od početka pandemije Kovida-19 i trajanja Specijalne vojne operacije (VO) Rusije u Ukrajini tokom 2022. godine. Vojna operacija Rusije traje još i danas, kao i sankcije prema Rusiji od strane udruženog zapada. Novi događaji se nadovezuju i prepliću sa prethodnim. Trajanje Kovida-19, oružani sukobi u svetu koji izazivaju krize, od kojih je ukrajinska kriza sa svojim posledicama globalna, ekonomske sankcije Rusiji, nebrojene, zatim elementarne nepogode, kao što je suša u 2022. godini i katastrofalni zemljotresi u Turskoj i Siriji početkom 2023. godine, na koje čovek ne može da utiče, su danas osnovni faktori koji imaju

uticaj na proizvodnju i tržište hrane jednako kao i plodno zemljište, klima, odnosno vremenski uslovi.

U kriznim vremenima često se na tržištu još više ispoljavaju paradoksi, u literaturi su poznati kao Veblenov efekat, odnosno Gifenov efekat, odnosno paradoksi*. Prvi je vezan za snobizam, a drugi za siromaštvo. Ovi paradoksi se još više ispoljavaju u vreme kriza i deluju na, kako svetskom tako i domaćem tržištu. U vreme trajanja krize zbog Kovida-19, Specijalne VO Rusije u Ukrajini, loših vremenskih uslova u vidu suše, nadovezuje se razarajući zemljotres u Turskoj i Siriji koji se dogodio početkom ove 2023. godine (8. februara), i time se kriza na tržištu nastavlja pojačanim intenzitetom. O svemu ovome bićemo svedoci i u narednom periodu.

MATERIJAL I METODE RADA

Analiza proizvodnje osnovnih uljanih biljnih vrsta na globalnom nivou bazirana je pre svega na ostvarene i prezentovane podatke USDA, zatim na evropskom nivou *Coceral*, kao i podataka *Agri pro*, *Sfera farm* i drugih. U komentarima smo se poslužili i ličnim prepiskama i saznanjima nama sličnih organizacija u regionu i time potkrepili naša očekivanja o situaciji u narednom periodu iz ove oblasti. Podatke za Srbiju sam koristila iz „Industrijskog bilja” jer pokazuju veću preciznost u ostvarenoj proizvodnji uljanih biljnih vrsta na našem prostoru.

Nisu se mogli izbeći komentari uticaja Kovid-19 u prvoj fazi naših analiza, a posebno posledica Specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu u nastavku događaja, od 24. februara 2022. godine do danas. Njihov globalni uticaj je bio, pre svega na poremaćaj svetskog tržišta, kretanja snabdevenosti tržišta, kretanja cena, a zatim povratno na tržišta u pojedinim zemljama i regionu.

Ostvarena proizvodnja uljanih useva u svetu

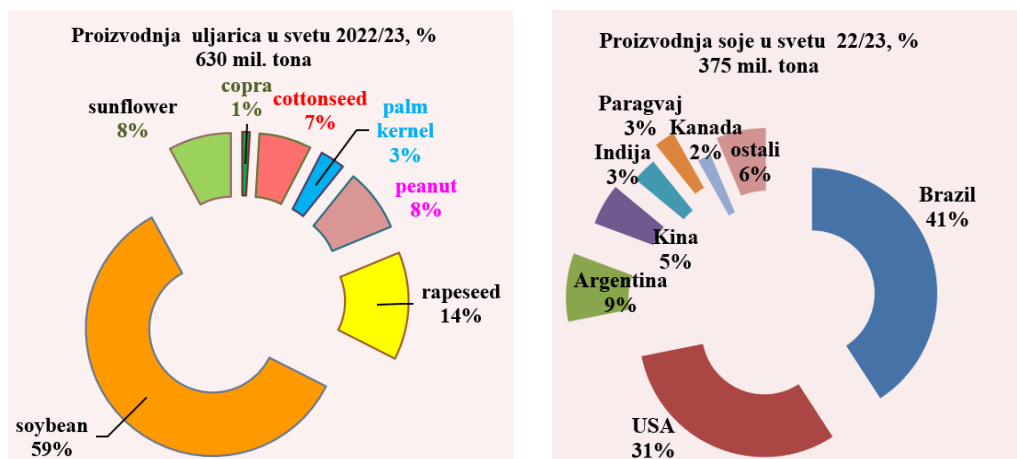
Osnovni faktori za ostvarivanje proizvodnje se detaljno analiziraju u svim radovima koji se dotiču uljanih useva, pa ih stoga ovoga puta izostavljam. To se pre svega odnosi na uslove u pogledu: 1) plodnosti zemljišta, 2) klime i mikroklimatskih promena, 3) stručne radne snage sa adekvatnom agrotehnikom. Pod adekvatnom agrotehnikom smatra se da je prilagođena klimatskim promenama i vremenskim prilikama koje su na snazi (u toku).

Proizvodnja uljanih useva, poslednje tri godine globalnih kriza, je ostvarivala rekordne rezultate. To nam pokazuju podaci o ostvarenoj proizvodnji najznačajnijih uljarica na svetskom nivou. Prema podacima USDA u 2022/23 sezoni ostvariće se rekordna proizvodnja svih uljanih useva sa 300 mil. hektara, i proizvodnjom od 630 mil. tona, više za 3,8% od prethodne sezone, slika 11.

Najveće učešće permanentno zauzima soja, 59% ove godine, zatim uljana repica od 14%, dok treće mesto od 8% imaju suncokret i kikiriki od ukupnih proizvedenih uljarica.

Proizvodnja soje je rekordna kako po pitanju površina (135,2 mil. ha), tako i u ostvarenoj proizvodnji od 375 mil. tona. Najveća proizvodnja je u Brazilu od 153 mil. tona, zatim SAD, 116 mil. tona i Argetina 33 mil. tona (Argentina ipak sa manjom proizvodnjom od prethodnih godina), slika 11.

*Gifen, Robert, 1837-1910, napisao *Napredak radničke klase u poslednjih pola veka*, *Rast kapitala Veblen*, Torsten, 1857-1929, profesor ekonomike, napisao *Teorija dokoličarske klase*.



Slika 11. Proizvodnja uljarica i proizvodnja soje u svetu 2022/23

Figure 11. Oilseed production and soybean production in the world in 2022/23

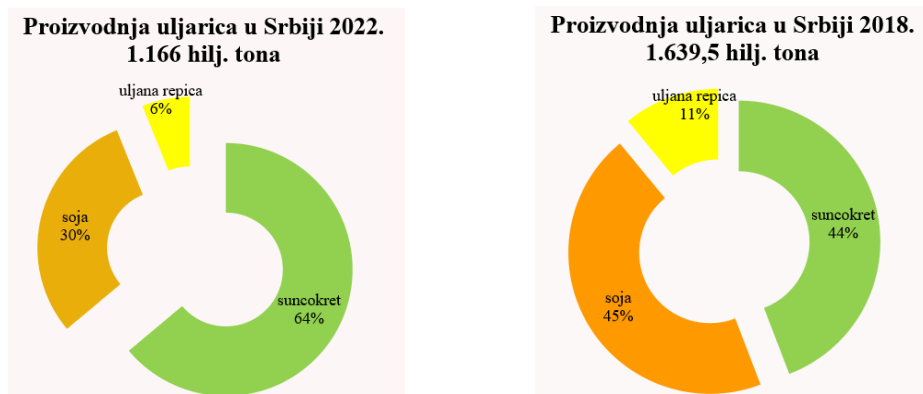
Uljana repica u svetu će sa 41 mil. hektara ostvariti 2022/23. godine rekordnu proizvodnju od 86,3 mil. tona. Najveća proizvodnja je u Kanadi i Evropskoj uniji od oko po 19 mil. tona, zatim Kini od 14,7 mil. tona i Indiji od 11,5 mil. tona.

Proizvodnja suncokreta, koji je za nas veoma važan uljani usev, ostvario je proizvodnju od 50 mil. tona sa 27 mil. hektara, manje od prethodne godine za 7 mil. tona ili 12%. Uprkos tome to je treća godina po količini ostvarene proizvodnje suncokreta u svetu. Najveća proizvodnja je u Rusiji od 16 mil. tona, Ukrajini od 10,4 mil. tona i Evropskoj uniji od 9,5 mil. tona.

Izneti podaci o rekordnoj proizvodnji uljanih useva pokazuju, da globalnih uticaja od Kovida-19 koji još uvek traje nije bilo. Promene se dešavaju na tržištu o čemu će u nastavku biti analiza. Soja i uljana repica su imale rekordnu proizvodnju. Suncokret je u Ukrajini u ratom zahvaćenim područjima podbacio i zbog nemogućnosti obavljanja žetve na vreme, a procene su da je i setva bila manja. Pa ipak ovogodišnji rod suncokreta je treći po ostvarenoj proizvodnji u svetu iza 2021/22. (57 mil. tona) i 2019/20. (54 mil. tona).

Ostvarena proizvodnja uljanih useva u Srbiji

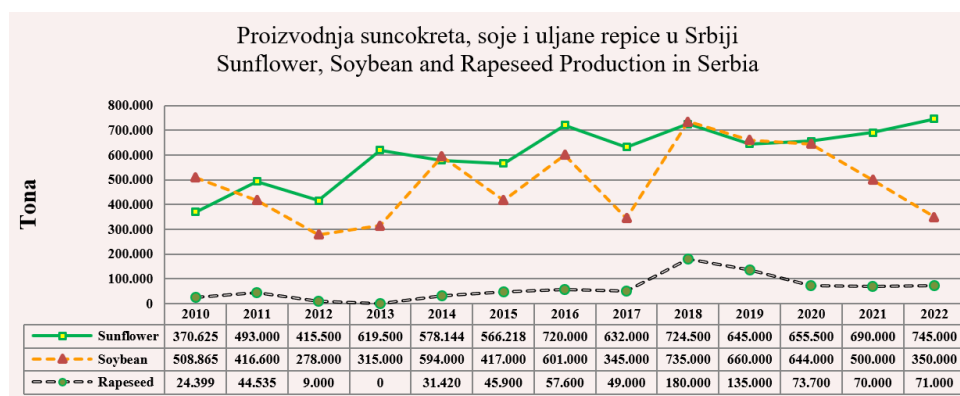
Proizvodnja biljnih uljanih useva u Srbiji uopšte je pretrpela gubitke zbog velike suše, koja je imala najveći negativan uticaj na prinose kukuruza i soje (slika 12). Suncokret, otporniji na visoke temperature je imao minimalne gubitke, pošto je u 2022. godini ostvario rekordnu proizvodnju, od oko 750 hiljada tona. Proizvodnja uljane repice u poslednje tri godine se kreće oko 70 hiljada tona.



Slika 12. Proizvodnja uljarica u Srbiji u 2022. u odnosu na 2018. godinu

Figure 12. Oilseeds production in Serbia in 2022 compared to 2018

Kao što se iz prikazanog grafikona (slika 13) vidi, soja je imala oscilacije u proizvodnji pod uticajem vremenskih uslova koji joj nisu pogodovali. Nagli skok je ostvarila 2018. godine zbog visokih prinosa (3,5 t/ha), pa se izjednačava sa suncokretom u proizvodnji tri godine zaredom. Sledeće 2021. godine njena proizvodnja pada za oko 150 hiljada tona ili 23%. U 2022. godini sa preko 270 hiljada hektara ostvaruje proizvodnju samo 350 hiljada tona.



Slika 13. Proizvodnja suncokreta, soje i uljane repice u Srbiji, 2010-2022. godine

Figure 13. Sunflower, soybean and rapeseed production in Serbia, 2010-2022. years

Za razliku u ostvarenim gubicima u proizvodnji soje zbog vremenskih nepogoda izazvanih sušom, Vlada Republike Srbije nije njima nadoknadila gubitke, već je nadoknadila proizvođačima suncokreta 7,8 dinara (subvencija) do 200 tona, iako je ostvarena rekordna proizvodnja ovog useva u toj godini.

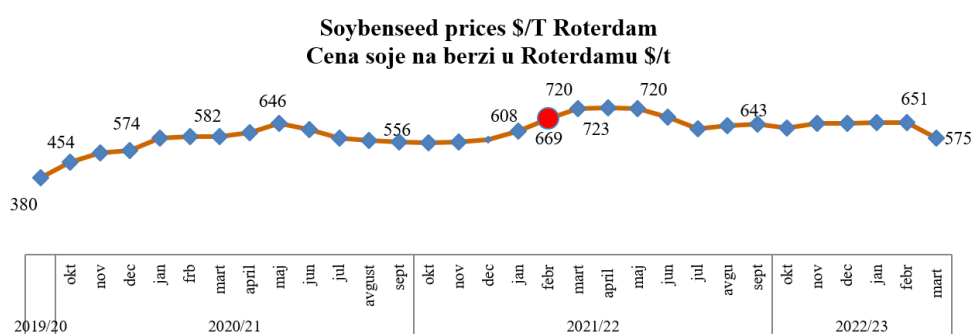
Tržište i cene

Tržište je osetljivo na sve promene koje se dešavaju u svetu bilo materijalne ili nematerijalne prirode. U radu sa 63. Savetovanja podrobnije sam navela šta sve utiče, sem ostvarene proizvodnje, na tržište. Ovde se analiziraju uticaji ostalih važni faktora koji su društveno socijalne i političke prirode, a koji deluju na određenom prostoru, odnosno globalno. U takvim uslovima, ne samo ranije nabrojanim, analiziraćemo proizvodnju i tržište uljanih useva u svetu

i Srbiji pod uticajem i uslovima u vreme Kovida-19, zatim Specijalne vojne operacije Rusije na Ukrajinu, sankcija „Zapada” na Rusiju i drugo.

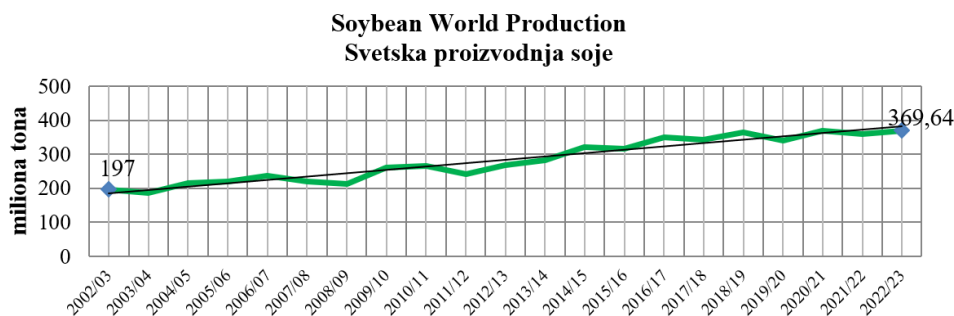
U narednom periodu biće reči o tektonskim promenama zbog učestalih i razarajućih zemljotresa na planeti, pa samim tim i promenama u vremenskim uslovima vezanim za klimu. Osetljivost tržišta takođe, u vreme promena na političkoj mapi sveta tek će se osetiti, čiji ćemo biti svedoci.

Najpre ću prikazati kretanje cena soje na svetskom tržištu (slika 14), jedne najmasovnije uljane biljne vrste u svetu u periodu početka pandemije Kovida-19, čija je cena 2019/20. iznosila svega 380 \$/t da bi za samo mesec dana bila povećana za 100 \$/t, zatim u januaru 2021. godine bila veća za celih 200 \$/t i pored toga što je rasla proizvodnja i bila rekordna od oko 360 mil. tona (slika 15). Od februara 2022. godine (SVO) cena je porasla na preko 720 \$/toni, za 340 \$/t ili 89,5%.



Slika 14. Cena soje na berzi u Roterdamu, \$/t

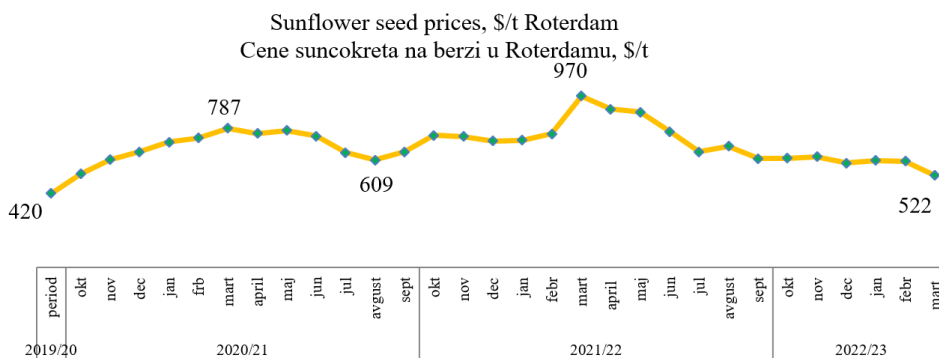
Figure 14. Soybenseed prices, \$/T Rotterdam



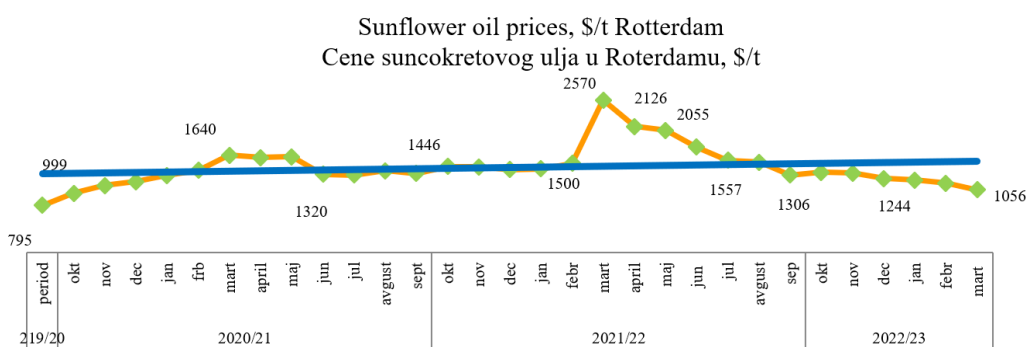
Slika 15. Svetska proizvodnja soje

Figure 15. Soybean World Production

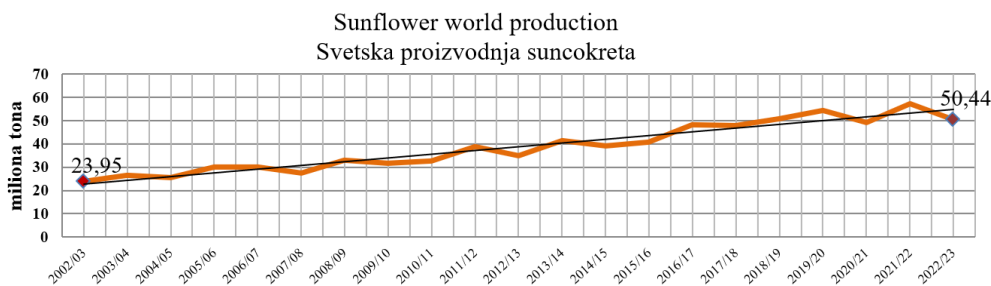
Tržište suncokreta gotovo istovetno se ponašalo na svetskom tržištu kao i soja. Zbog dominantne proizvodnje upravo u zaraćenim zemljama (Ukrajina i Rusija), suncokret je pokazao veći senzibilitet, očitovan u naglom skoku cena na tržištu (slika 16). Od početka pandemije do izbijanja sukoba cena suncokreta je povećana 2,3 puta. Okolnosti u kojima se našao izvoz ukrajinskog suncokreta i ulja pogotovo koji je umesto da završi u afričkim zemljama, otela ga je EU. Cena ukrajinskog suncokreta, kao i ulja (slika 17) je bila niža i zbog rizika koji je u dopremanju roba na tržište. Pad i stagnacija cena suncokreta i jestivog ulja, uz rekordnu proizvodnju, je nastavljena i u ovoj 2023. godini (slika 18).



Slika 16. Cene suncokreta na berzi u Rotterdamu, \$/t
 Figure 16. Sunflower seed prices, \$/t Rotterdam

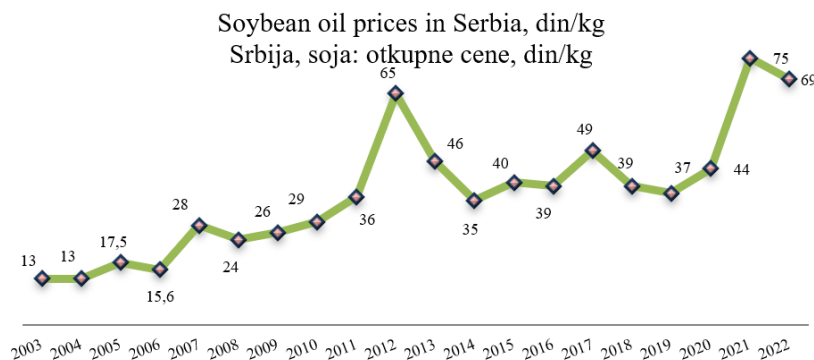


Slika 17. Cene suncokretovog ulja u Rotterdamu, \$/t
 Figure 17. Sunflower oil prices, \$/t Rotterdam



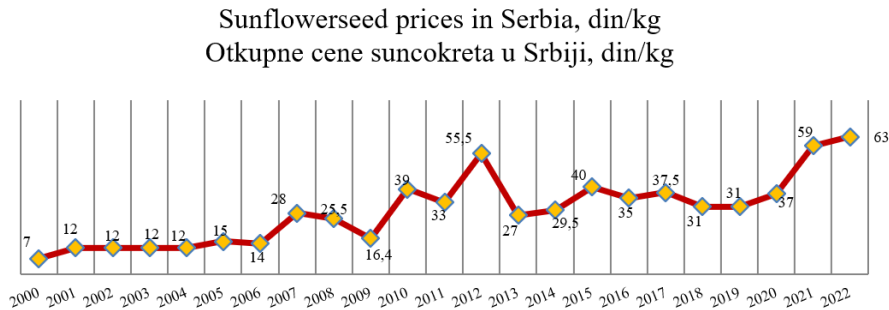
Slika 18. Svetska proizvodnja suncokreta
 Figure 18. Sunflower world production

Srbija je na unutrašnjem tržištu imala slična kretanja cena uljanih useva. Odstupanja su nastala kod soje koja je u 2022. godini pretrpela štete zbog suše u pogledu prosečnih prinosa od svega 1,3 t/ha. U narednim mesecima, međutim dolazi do manjeg pada cena i smirivanja tržišta soje na unutrašnjem planu (slika 19).



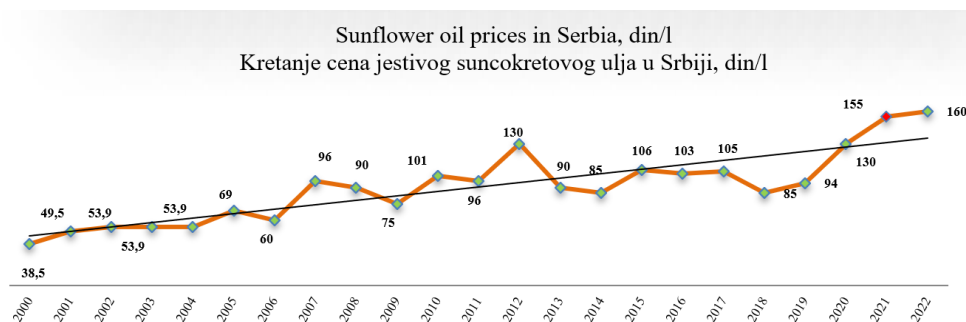
Slika 19. Srbija, soja: otkupne cene, din/kg
Figure 19. Soybean oil prices in Serbia, din/kg

Suncokret je naš najmasoviji uljani biljni usev koji se već godinama seje na 240 - 270 hiljada hektara sa ostvarenim proečnim prinosima od oko 3 t/ha. Važnost suncokreta je i zbog toga što u Srbiji postoji šest fabrika koje se bave preradom suncokreta, kao i dve fabrike za preradu soje. Osim toga suncokret je nama važan jer se preradom dobija ulje, koje se u Srbiji koristi i konzumira isključivo od suncokreta. Zbog toga što je ulje koje se koristi u potrošnji proizvedeno isključivo od suncokreta, važno je pratiti svetsko tržište i cene ova dva proizvoda. Može se oceniti da su podudarna kretanja cena suncokreta i ulja na domaćem tržištu u poređenju sa svetskim (slika 20).



Slika 20. Otkupne cene suncokreta u Srbiji, din/kg
Figure 20. Sunflowerseed prices in Serbia, din/kg

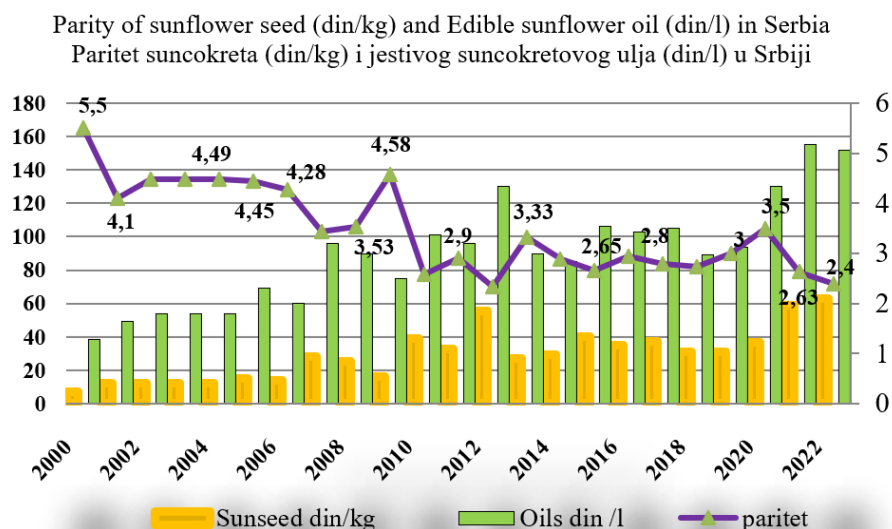
Rast cena ulja od pojave Kovid-19 beleži se kako na svetskom tako i na domaćem tržištu počev od 10% u 2020. godini, zatim nadalje 50% da bi krajem 2022. godine rast iznosio preko 80% na domaćem tržištu (slika 21). Rast cena ulja je zaustavljen Odlukom o visini cena i ograničenja osnovnih životnih namirnica i vraćen na nivo od 15. novembra 2021. godine. Ova uredba važila je do kraja marta 2023. godine i ovih dana je produžena.



Slika 21. Kretanje cena jestivog suncokretovog ulja u Srbiji, din/l

Figure 21. Sunflower oil prices in Serbia, din/l

Uredba je izazvana ponašanjem evropskih država koje su zatvarale svoje tržište, pa je i naša zemlja donela slične mere, a da bi zaštitila standard stanovništva ograničila je cene ulja. Poljoprivredni proizvođači zbog ovih mera nisu imale posledice (subvenciju su dobili 7,8 din/kg do 200 tona). Fabrike ulja, međutim, zbog visoke otkupne cene suncokreta a zaustavljene cene ulja na nivo od 152-160 din/l, došle su u lošiji položaj jer ostvaruju samo „tehnički paritet” (slika 22) u odnosu na sirovinu. Fabrika sa 1 litrom ulja može da kupi samo 2,4 kg suncokreta, što je svakako malo jer nema čime da pokrije ostale manipulativne troškove, koji nisu mali zbog cena energenata i drugih troškova. Još jedan loš pokazatelj za fabrike, je upravo činjenica da je u 2022. godini uljnost suncokreta ispod 39%, pa čak i 38%.



Slika 22. Paritet suncokreta (din/kg) i jestivog suncokretovog ulja (din/l) u Srbiji

Figure 22. Parity of sunflower seed (din/kg) and Edible sunflower oil (din/l) in Serbia

ZAKLJUČAK

Osnovni uslovi za poljoprivrednu proizvodnju su ispunjeni i doprineli su da uljani usevi imaju uzlazni trend u proizvodnji u poslednjih 15 godina. Solidna proizvodnja uljanih useva, nije zahtevala da se bavimo kvalitetom zemljišta, klimatskim uslovima, agroekologijom i dr. Društveno-političke prilike i događaji, kao spoljni i unutrašnji faktori, su doveli do opšteg

poremećaja i male ponude roba na tržištu. Pojava gripa Kovid-19, naredne 2020. godine, koji prerasta u pandemiju, utiče na poremećaje tržišta, što dovodi do porasta cena uljanih useva, ulja i drugih proizvoda. Poremećaj tržišta zbog Kovid-19 je I. faza rasta cena uljanih useva, ulja i hrane uopšte. Ukrajina i Rusija su najveći proizvođači, a ujedno i snabdevači evropskih zemalja u osnovnim proizvodima hrane kao sto su pšenica, brašno, suncokret, ulje i proizvodi, i ostali proizvodi. Specijalna vojna operacija Rusije u Ukrajini dovela je do novog poremećaja tržišta i skoka cena, pre svega zbog još veće nestašice roba na tržištu (II. faza). Uvođenje sankcija na sankcije Rusiji, na proizvode bez kojih se ne može: gas, nafta, mineralno đubrivo, dovelo je do skoka cena energenata, hrane uopšte, što je lančano prouzrokovalo da ama baš sve poskupi. Prognoze i procene proizvodnje stanja snabdevenosti tržišta u našoj zemlji zavise od događaja u svetu. Srbija je agrarna zemlja, sa poljoprivrednom proizvodnjom iznad domaćih potreba u proizvodnji pšenice, kukuruza, suncokreta, soje, ulja i dr. Uticaj svetskog tržišta i cena na domaće će usmeriti poljoprivrednu proizvodnju u smeru onih proizvoda koji će dati veći profit. Proizvodnja uljanih useva u svetu u poslednjih dvadeset godina ima uzlazni trend. Na dobru, odnosno rekordnu proizvodnju nije imao uticaj Kovid-19, kao ni Specijalna vojna operacija (SVO) Rusije na Ukrajinu. Do pada ili smanjenja proizvodnje na pojedinim lokalitetima je došlo isključivo zbog loših vremenskih uslova. Negativan uticaj je imala pojava Kovid-19, koja naredne 2020. godine prerasta u pandemiju i dovela je do poremećaja tržišta. Dolazi do porasta cena uljanih useva, ulja i drugih proizvoda koji su vezani u reprodukcijom lancu. Poremećaj tržišta se nastavlja sa SVO Rusije na Ukrajinu, pojačava rast cena uljanih useva i drugih proizvoda vezanih u reprodukcijom lancu. Dalji rast cena na globalnom tržištu dolazi zbog sankcija koje međunarodna zajednica sa SAD uvodi Ruskoj federaciji, koja je pored Ukrajine najveći snabdevač evropskih zemalja osnovnim prehrambenim proizvodima i energentima. Početkom 2023. godine dolazi do smirivanja tržišta i cena, stvaranja mogućnosti u snabdevanju žitaricama, uljanim usevima i uljem-odobrenim koridorima iz Ukrajine i Rusije. To je stizalo na evropsko tržište. Srpsko tržište, kao spojeni sudovi, je pod uticajem spoljnog tržišta. Ima istovetna kretanja cena uljanih useva i proizvoda sa evropskim tržištem.

Napomena

Rezultati iz ovog rada su prezentovani na 63. i 64. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, održanim 2022. i 2023. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

- COCERAL - European association of trade in cereals, oilseeds, rice, pulses, olive oil, oils and fats, animal feed and agrosupply, <http://www.coceral.com/>, 2022., 2023.
- Čurović, O. (2021). Proizvodnja i prerada industrijskog bilja 2019-2020. godine, Poslovna zajednica „Industrijsko bilje”, d.o.o., Novi Sad.
- Dašić, D. Đ., Džombić, I. J. (2009). Uvod u ekonomiju, Univerzitet za poslovni inženjering i menadžment, Banja Luka.
- Grupa autora (1984). Ekonomska enciklopedija 1-2, Savremena administracija, Beograd.
- RZSS - Republički zavod za statistiku Srbije, <https://www.stat.gov.rs/>, 2022., 2023.
- Samuelson, P. A. (1975). Ekonomska čitanka, Nakladni zavod matice Hrvatske.
- USDA - U. S. Department of Agriculture, <https://www.usda.gov/>, 2022., 2023.

OKSIDATIVNA STABILNOST HLADNO PRESOVANOG ULJA SUNCOKRETA LINOLNOG I VISOKOOLEINSKOG TIPSA SA DODATKOM RUZMARINA I BELOG LUKA

*Tanja Lužaić¹, Nada Grahovac², Zorica Stojanović¹, Ana Đurović¹, Snežana Kravić¹,
Kristina Kozomora³, Ranko Romanić^{1*}*

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja za Republiku
Srbiju, Novi Sad, Republika Srbija

³Bački Dukat Plus D.O.O., Odžaci, Republika Srbija

IZVOD

Kvalitet i oksidativna stabilnost su najvažnije osobine jestivih ulja. One ukazuju na mogućnost upotrebe ulja u tehnološkim procesima, kao i na njegov rok trajanja. Sastav masnih kiselina je od posebnog značaja sa aspekta oksidativne stabilnosti. Što je veći sadržaj nezasićenih i manji sadržaj zasićenih masnih kiselina, reakcija oksidacije se odvija brže. Najpodložnija oksidativnim promenama je linolenska masna kiselina, zatim linolna i oleinska masna kiselina. Poboljšanje oksidativne stabilnosti ulja može se postići dodatkom različitih komponenti sa antioksidativnim svojstvima: sintetičkim antioksidansima, biljnim ekstraktima ili biljkama. U ovom radu je ispitivan uticaj dodatka ruzmarina i belog luka u ulje suncokreta linolnog i visokooleinskog tipa na kvalitet i oksidativnu stabilnost. Sušeni ruzmarin i beli luk dodati su u količini od 0,5 i 3%, dok je oksidativna stabilnost ispitana primenom Schaal-oven i Rancimat testa. Bolje karakteristike, u pogledu održivosti ulja utvrđene su u uzorcima ulja suncokreta kome je dodat ruzmarin. Kod oksidativno stabilnijih ulja, kao što je visokooleinsko suncokretovo ulje dodatak ruzmarina u količini od 0,5% je doveo do značajnog povećanja, dok je kod manje stabilnih ulja, kao što je linolno suncokretovo ulje sadržaj ruzmarina od 3% doveo je do značajnog poboljšanja održivosti ulja. S druge strane, beli luk u početim fazama oksidativnih promena ulja 7. dana Schaal-oven testa, povoljno utiče na oksidativnu stabilnost ulja, dok u dužem periodu nije utvrđen pozitivan uticaj na oksidativnu stabilnost i održivost ulja.

Ključne reči: ulje suncokreta, kvalitet, oksidativna stabilnost, ruzmarin, beli luk.

* Dr Ranko Romanić, vanredni profesor
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 485 3700, E-mail: rankor@uns.ac.rs

OXIDATIVE STABILITY OF LINOLEIC AND HIGH-OLEIC COLD PRESSED SUNFLOWER OIL COLD PRESSED SUNFLOWER OIL WITH THE ADDITION ROSEMARY AND GARLIC

ABSTRACT

Oxidative stability is one of the most important parameters of edible oil quality. It indicates the possibility of using the oil in technological processes, as well as the shelf life. The fatty acids composition is of particular importance from the aspect of oxidative stability. The higher the unsaturated fatty acids content and the lower saturated fatty acids content is, the faster the oxidation reaction takes place. The most susceptible to oxidative changes is linolenic fatty acid, followed by linoleic and oleic fatty acids. Improving the oxidative stability of the oil can be achieved by adding different components with antioxidant properties such as synthetic antioxidants, plant extracts or plants. In this paper, the effect of adding rosemary and garlic to linoleic and high-oleic sunflower oil on quality and oxidative stability was investigated. Dried rosemary and garlic were added in the content of 0.5 and 3%, while the oxidative stability was tested using the Schaal-oven and Rancimat test. Better characteristics, in terms of oil stability, were found in the samples with rosemary. With more oxidatively stable oils, such as high-oleic sunflower oil, the addition of rosemary at a content of 0.5% led to a significant increase in the oil stability, while with less stable oils, such as linoleic sunflower oil, a rosemary content of 3% led to a significant improvement. On the other hand, garlic in the early stages of the oxidative changes of the oil, which were shown on the 7th day of the Schaal-oven test, has a favorable effect on the oxidative stability of the oil, while in the later stages no positive effect on the oxidative stability of the oil was determined.

Key words: sunflower oil, oil quality, oxidative stability, rosemary, garlic.

UVOD

Uticaj sastava masnih kiselina na stabilnost ulja je dobro istražen (De Leonardis i Macciola, 2012; Neff i sar., 1994; Neff i sar, 1992; Warner i sar, 1989). Generalno, ulja koja sadrže više nezasićenih masnih kiselina su podložnija oksidaciji u poređenju sa uljima sa manje zasićenim masnim kiselinama, tj. kako se broj dvostrukih veza povećava, povećava se i brzina formiranja i količina produkata oksidacije formiranih do kraja indukcionog perioda. Shodno tome, stalna potraga i izbor stabilnijih ulja doveli su do modifikacije sastava masnih kiselina jestivih ulja, obično smanjenjem sadržaja linolne i linolenske kiseline i povećanjem sadržaja oleinske kiseline. Skoro sva konvencionalna ulja sada postoje i sa izmenjenim masnokiselinskim sastavom (Aladedunye i Przybylski, 2012). Sa druge strane, oleinska kiselina dobija veliku pažnju širom sveta zbog svojih korisnih zdravstvenih svojstava (Sales-Campos i sar., 2013). FDA je 2018. utvrdila da postoje realni dokazi koju potvrđuju zdravstvene benefite konzumiranja oleinske kiseline, delujući na smanjenje rizika od koronarnih bolesti (FDA, 2018). Iz tog razloga, poslednjih decenija se prilikom selekcije novih sorti i stvaranja hibrida raznih biljnih vrsta favorizuje veći sadržaj oleinske masne kiseline (do 60% i više), što je pomerilo granice njihove primene uzimajući u obzir potencijalno blagotvorno dejstvo na zdravlje, a istovremeno izaziva interesovanje tržišta za njihovu sve širu upotrebu (Ramadan i sar., 2006; Dominguez Brando i Sarkuis, 2012; Ramadan, 2013).

Da bi se produžio rok trajanja i održavao kvalitet ulja, bitno je očuvati oksidativnu stabilnost ulja. Jedna od mogućnosti za usporavanje oksidativnih procesa u uljima je dodavanje antioksidansa. Sintetički antioksidansi koji se koriste u biljnim uljima, kao što su butilhidroksianizol (BHA) ili butilhidroksitoluen (BHT), ukoliko se koriste u većim dozama, nisu potpuno biorazgradivi, čak mogu biti i toksični (Kreivaitis i sar., 2013). Pored toga, uzimajući u obzir i njihove potencijalne štetne posledice po zdravlje i sve veću pažnju potrošača u pogledu sastava hrane, šira upotreba sintetičkih antioksidanasa je ograničena (Herrero i sar., 2010; Lara i sar., 2011). Ovo postaje posebno naglašeno u pogledu najnovije odluke Evropske komisije o zabrani korišćenja antioksidanasa E311 i E312 (oktil i dodecilgalata, redom) kao aditiva u hrani (Uredba Komisije (EU) 2018/1481, 2018). Zbog toga postoji potražnja za prirodnim alternativama, kao što su ekstrakti raznih biljaka i same biljke.

Ruzmarin (*Rosmarinus officinalis* L.) je uobičajeno i široko korišćena začinska biljka. Ima širok spektar korisnih svojstva, odlikuju je antiinflamatorna, antibakterijska i hepatoprotektivna aktivnost. Štaviše, to je jedna od biljaka sa najjačom antioksidativnom aktivnošću (Kuintana i sar., 2019). Stoga, ruzmarin se široko primenjuje i kao zamena za konzervanse u npr. proizvodima od mesa ili emulzijama, kao što je majonez, ali i kao komponenta nutraceutika ili kozmetičkih preparata (Couto i sar., 2012; Rašković i sar., 2014). Sa druge strane, beli luk se uzgaja širom sveta, a njegova primarna upotreba je u vidu začina (Dorant i sar., 1993). Antioksidativni potencijal belog luka *in vivo* i *in vitro* je dokazan (Jackson i sar., 2002). Pored svoje antioksidativne aktivnosti, ima antimikrobno, antibakterijsko, antivirusno, antifungalno, antiprotozalno dejstvo i blagotvorno deluje na kardiovaskularni i imuni sistem (Harris i sar., 2001). Pored toga, beli luk je bogat selenom i organosumpornim jedinjenjima, koja imaju izraženu antioksidativnu aktivnost (Li, 2000; Yin i sar., 2002).

S tim u vezi, u ovom radu ispitivan je uticaj dodatka ruzmarina i belog luka u ulje suncokreta linolnog i visokooleinskog tipa na kvalitet i oksidativnu stabilnost ulja. Oksidativna stabilnost ispitana je primenom Schaal-oven i Rancimat testa.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

U hladno presovano ulje suncokreta linolnog (LinSU) i visokooleinskog (VOSU) tipa proizvođača „Bački Dukat Plus” d.o.o, Odžaci dodat je suvi začina ruzmarina i belog luka (u prahu) u različitim količinama (od 0,5 do 3%). Korišćeni začini su bili oni, komercijalno dostupni na lokalnom tržištu. Ulja su pripremljena tako što je odmerena odgovarajuća masa suvog začina, zatim je do mase od 100 g dodato ulje. Ulje je pakovano u staklene bočice od providnog stakla zapremine 0,1 L koje su zatvorene metalnim zatvaračem (slika 1).



Slika 1. Pripremljeni uzorci ulja za ispitivanje sa dodatkom ruzmarina (R) i belog luka (O)
Figure 1. Prepared oil samples for testing with the addition of rosemary (R) and garlic (O)

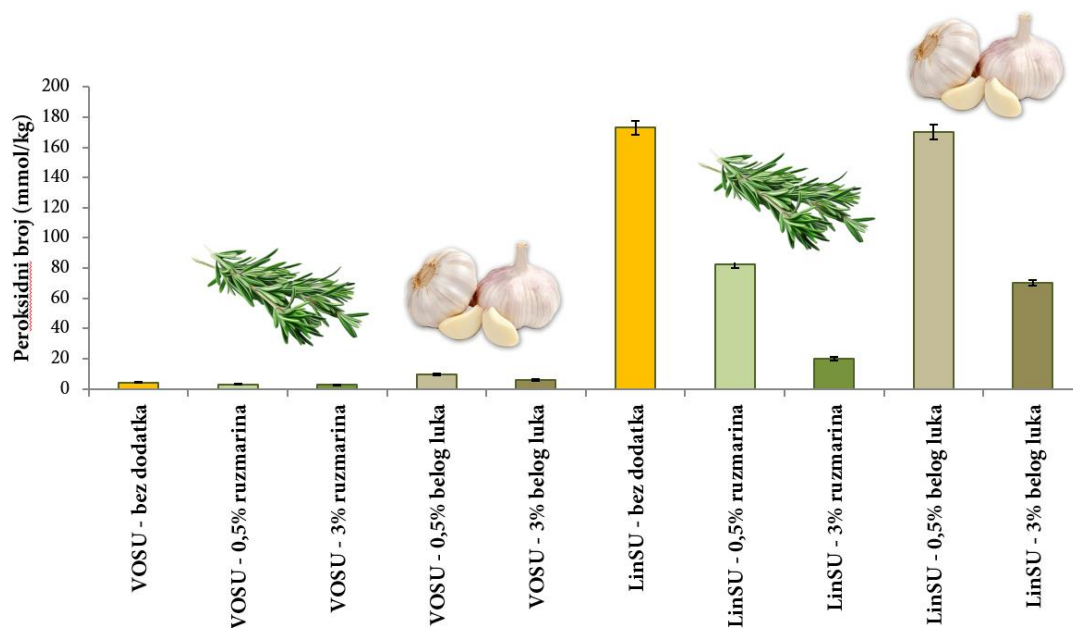
Metode

Kvalitet (oksidativno stanje) dobijenih ulja ispitano je utvrđivanjem vrednosti peroksidnog broja prema SRPS EN ISO 3960:2017.

Oksidativna stabilnost (održivost) ulja ispitana je ubrzanim testovima stabilnosti: Schaal-oven i Rancimat testom. Za Schaal-oven test izmereno je 50 mL svakog uzorka ulja u staklene posude unutrašnjeg prečnika 88 mm i visine 18 mm i podvrgnuto uslovima ispitivanja: na umerenim temperaturama ($63 \pm 2^\circ\text{C}$), u prisustvu vazduha, bez prisustva svetlosti prema metodologiji koju su opisali Gomes i sar. (2010) u trajanju od 7 i 14 dana. U početnim uzorcima, 7. i 14. dana testa određivane su vrednosti peroksidnog broja. Ubrzani Rancimat test stabilnosti je urađen pomoću uređaja Rancimat, model 617 (Metrohm, Herisau, Švajcarska) za merenje indukcionog perioda uzorka ulja. Merenja su rađena prema SRPS EN ISO 6886:2017. Uzorak ulja od $2,5 \pm 0,01$ g podvrgnut je oksidativnim promenama na temperaturi od 120°C i pri protoku vazduha od 18-20 L/h. Isparljivi produkti nastali reakcijom oksidacije rastvoreni su u 0,05 L destilovane vode. Indukcioni period, IP, beležen je pomoću pisača na milimetarskoj hartiji, a rezultat je izražen u satima.

REZULTATI I DISKUSIJA

Oksidativna stabilnost je važan pokazatelj koji se koristi za procenu podložnosti ulja oksidaciji i, shodno tome, služi za određivanje održivosti i roka trajanja. Vrednost peroksidnog broja polaznih uzoraka linolnog (LinSU) i visokooleinskog (VOSU) suncokretovog ulja iznosila je $2,07 \pm 0,08$ i $0,40 \pm 0,03$ mmol/kg, redom. U nastavku su prikazani i diskutovani rezultati sa dodatkom 0,5 i 3% ruzmarina, odnosno belog luka. Nakon 7 dana Schaal-oven testa vrednosti peroksidnog broja su dostigle $4,11 \pm 0,21$ mmol/kg kod visokooleinskog i čak $172,97 \pm 4,58$ mmol/kg kod ulja suncokreta linolnog tipa (slika 2).

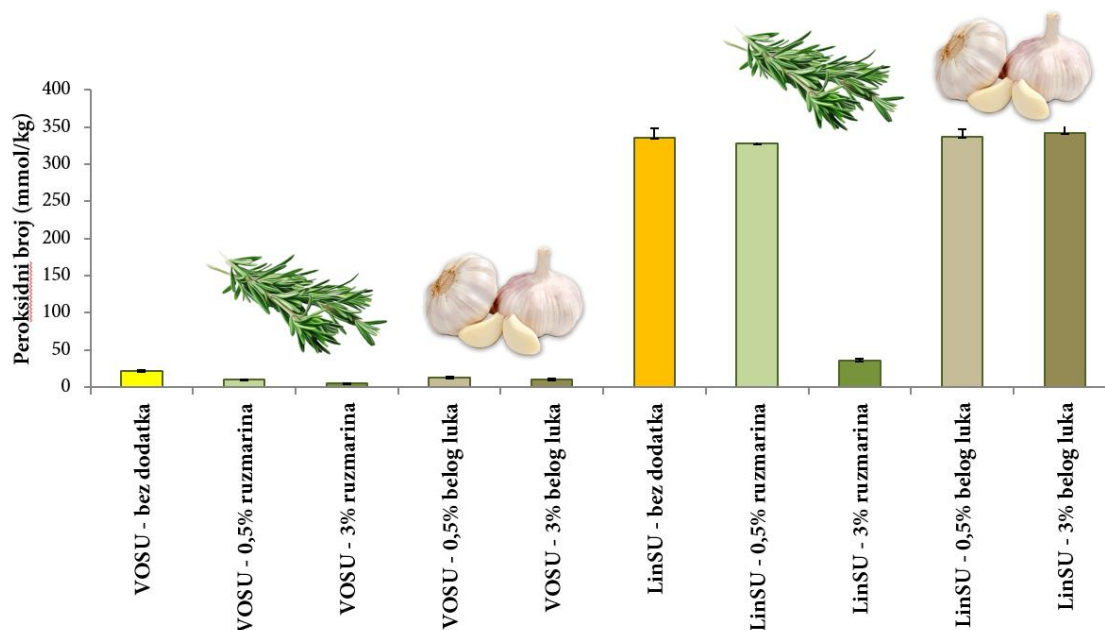


Slika 2. Peroxidni broj nakon 7 dana Schaal-oven testa

Figure 2. Peroxide value after 7 days of Schaal-oven test

Dodak ruzmarina u količini od 0,5% i 3% doveo je do smanjenja vrednosti peroksidnog broja na $2,94 \pm 0,18$ i $2,83 \pm 0,12$ mmol/kg, redom, kod visokooleinskog i $82,39 \pm 2,11$ i $19,74 \pm 1,23$ mmol/kg kod ulja suncokreta linolnog tipa. Dodatak belog luka u koncentraciji od 0,5% gotovo da i nije uticao na vrednost peroksidnog broja kod linolnog suncokretovog ulja, dok je dodatak od 3% doveo do smanjenja vrednosti od skoro 2,5 puta. Kod visokooleinskog suncokretovog ulja primećeno je povećanje vrednosti peroksidnog broja na $9,50 \pm 0,85$ mmol/kg u uzorku sa 0,5% belog luka i $5,78 \pm 0,41$ mmol/kg u uzorku sa 3% belog luka (slika 2).

Nakon 14 dana izlaganja uzoraka ulja uslovima testa, ruzmarin je pokazao izuzetno dobru antioksidativnu aktivnost. Kao što je prikazano na slici 3, vrednost peroksidnog broja utvrđena u visokooleinskom suncokretovom ulju bez dodataka iznosila je $21,44 \pm 1,23$ mmol/kg. Ruzmarin u količini od 0,5% doprineo je dvostrukom smanjenju vrednosti peroksidnog broja na $10,07 \pm 0,94$ mmol/kg, dok u uzorku sa 3% ruzmarina dobijena je 4 puta manja vrednost (svega $4,68 \pm 0,28$ mmol/kg). U uzorku ulja suncokreta linolnog tipa ruzmarin u količini od 0,5% doveo je do neznatnog smanjenja vrednosti peroksidnog broja ($328,26 \pm 11,01$ mmol/kg) u poređenju sa uzorkom bez dodataka ($335,94 \pm 12,41$ mmol/kg), dok je dodatak ruzmarina u količini od 3% značajno smanjio peroksidni broj uzorka ovog ulja na $35,75 \pm 3,11$ mmol/kg. Dodatak belog luka u količini od 0,5 i 3% u suncokretovo ulje linolnog tipa nije značajno uticao na peroksidni broj, dobijene su vrednosti od $336,65 \pm 10,46$ i $341,89 \pm 9,88$ mmol/kg, redom, dok su kod visokooleinskog suncokretovog ulja dobijene skoro dvostruko niže vrednosti u odnosu na ovo ulje bez dodataka ($12,83 \pm 1,10$ i $10,23 \pm 0,98$ mmol/kg, redom).



Slika 3. Peroxidni broj nakon 14 dana Shaal-oven testa

Figure 3. Peroxide value after 14 days of Shaal-oven test

Dobijeni rezultati primenom Schaal-oven testa potvrđeni su i Rancimat testom (tabela 1).

Tabela 1. Indukcioni period (h) ulja dobijen primenom Rancimat testa

Table 1. Induction period (h) of oil obtained by the Rancimat test

Uzorak	Indukcioni period (120°C, 18-20 L/h)
VOSU - bez dodatka	6,10
VOSU - 0,5% ruzmarina	8,25
VOSU - 3% ruzmarina	/
VOSU - 0,5% belog luka	5,90
VOSU - 3% belog luka	5,10
LinSU - bez dodatka	2,25
LinSU - 0,5% ruzmarina	2,35
LinSU - 3% ruzmarina	5,25
LinSU - 0,5% belog luka	1,40
LinSU - 3% belog luka	2,65

Dodatak ruzmarina u količini od 0,5% doveo je do povećanja indukcionog perioda uzorka ulja suncokreta visokooleinskog tipa sa 6,10 h na 8,25 h, dok je kod ulja suncokreta linolonog tipa indukcioni period uzorka sa 0,5% ruzmarina iznosio 2,35 h u odnosu na uzorak bez dodatka u kojem je utvrđen indukcioni period od 2,25 h. Dodatak ruzmarina od 3% u linolno suncokretovo ulje rezultovao je povećanjem indukcionog perioda na 5,25 h, dok kod visokooleinskog suncokretovog ulja sa 3% ruzmarina indukcioni period nije bilo moguće utvrditi pri uslovima testa, uzorak se ponašao slično izuzetno stabilnim uljima i mastima, bez naglog povećanja sadržaja isparljivih produkata oksidacije koji naglo povećavaju provodljivost

koja se očitava na uređaju. Dodatak belog luka nije doveo do većih promena vrednosti indukcionog perioda. U ulju suncokreta visokooleinskog tipa sa 0,5 i 3% belog luka dobijene su vrednosti indukcionog perioda od 5,90 h i 5,10 h, redom, dok su te vrednosti kod ulja suncokreta linolnog tipa iznosile 1,40 h i 2,65 h, redom.

ZAKLJUČAK

Poboljšanje kvaliteta i održivosti ulja moguće je postići dodatkom prirodnih komponenata sa antioksidativnim svojstvom. U tu svrhu su se u ranijim istraživanjima uglavnom dodavali ekstrakti biljaka. U ovom radu je ispitan uticaj dodatka (suvih) začinskih biljaka, koje pored antioksidativnog dejstva pozitivno utiču i na senzorske karakteristike ulja i iz tog razloga su odabrane uobičajene začinske biljke, kao što je ruzmarin, beli luk i sl. Bolje karakteristike, u pogledu oksidativne stabilnosti (održivosti) ulja utvrđene su u uzorcima u koje je dodat ruzmarin. Kod oksidativno stabilnijih ulja, kao što je visokooleinsko suncokretovo ulje dodatak ruzmarina u količini od 0,5% je doveo do značajnog povećanja održivosti ulja, dok je kod manje stabilnih ulja, kao što je linolno suncokretovo ulje sadržaj ruzmarina od 3% doveo do značajnog poboljšanja. S druge strane, beli luk u početim fazama oksidativnih promena ulja koje su prikazane 7. danom Schaal-oven testa, povoljno utiče na oksidativnu stabilnost ulja, dok u kasnijim fazama oksidativnih promena, nije utvrđen pozitivan uticaj na održivost ulja.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju na finansijskoj podršci Pokrajinskom sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost AP Vojvodine (projekat broj: 142-451-3129/2023) i Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (projekat broj: 451-03-47/2023-01/200134).

Napomena

Deo rezultata predstavljenih u ovom radu je prezentovan na 64. Savetovanju industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, održanom od 25-30. juna 2023. godine u Herceg Novom, Crna Gora.

LITERATURA

- Aladedunye, F., Przybylski, R. (2013). Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content. *Food Chem.*, 141(3): 2373-2378.
- Couto, R. O., Conceição, E. C., Chaul, L. T., Oliveira, E. M. S., Martins, F. S., Bara, M. T. F., Paula, J. R. (2012). Spray-dried rosemary extracts: Physicochemical and antioxidant properties. *Food Chem.*, 131(1): 99-105.
- De Leonardis, A., MacCiola, V. (2012). Heat-oxidation stability of palm oil blended with extra virgin olive oil. *Food Chem.*, 135(3): 1769-1776.
- Dominguez Brando, J., Sarquis, A. (2012). Challenges for the sunflower oil market for 2020. In Proc. 18th Int. Sunflower Conf. Mar del Plata-Balcarce, ARG, pp. 35-42.
- Dorant, E., Van Den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., Hermus, R. J. J., & Sturmans, F. (1993). Garlic and its significance for the prevention of cancer in humans: A critical view. *Br. J. Cancer*, 67(3): 424-429.
- FDA, (2018). FDA completes review of qualified health claim petition for oleic acid and the risk of coronary heart disease. CFSAN Constituent Updates.
- Gomes, T., Caponio, F., Bruno, G., Summo, C., Paradiso, V. M. (2010). Effects of monoacylglycerols on the oxidative stability of olive oil. *J. Sci. Food Agric.*, 90(13): 2228-2232.
- Harris, J. C., Cottrell, S. L., Plummer, S., Lloyd, D. (2001). Antimicrobial properties of *Allium*

- sativum* (garlic). Appl. Microbiol. Biotechnol., 57(3): 282-286.
- Jackson, R., McNeil, B., Taylor, C., Holl, G., Ruff, D., Gwebu, E. T. (2002). Effect of aged garlic extract on casepase-3 activity in vitro. Nutr. Neurosci., 5: 287-290.
- Li, T. S. C. (2000). Medicinal plants. Pennsylvania: Technomic Publ. Co, pp. 4-11.
- Neff, W. E., Mounts, T. L., Rinsch, W. M., Konishi, H., El-Agaimy, M. A. (1994). Oxidative stability of purified canola oil triacylglycerols with altered fatty acid compositions as affected by triacylglycerol composition and structure. J. Am. Oil Chem. Soc., 71(10): 1101-1109.
- Neff, W. E., Selke, E., Mounts, T. L., Rinsch, W., Frankel, E. N., Zeitoun, M. A. M. (1992). Effect of triacylglycerol composition and structures on oxidative stability of oils from selected soybean germplasm. J. Am. Oil Chem. Soc., 69(2): 111-118.
- Quintana, S. E., Villanueva-Bermejo, D., Reglero, G., García-Risco, M. R., Fornari, T. (2019). Supercritical antisolvent particle precipitation and fractionation of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts. J. CO2 Util., 34: 479-489.
- Ramadan, M. F. (2013). Healthy blends of high linoleic sunflower oil with selected cold pressed oils: Functionality, stability and antioxidative characteristics. Ind. Crops Prod., 43(1): 65-72.
- Ramadan, M. F., Amer, M. M. A., Sulieman, A. E. R. M. (2006). Correlation between physicochemical analysis and radical-scavenging activity of vegetable oil blends as affected by frying of French fries. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 108(8): 670-678.
- Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Čebović, T., Vukmirović, S., Mikov, M. (2014). Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. BMC Complement. Altern. Med., 14.
- Sales-Campos, H., Reis de Souza, P., Crema Peghini, B., Santana da Silva, J., Ribeiro Cardoso, C. (2013). An Overview of the Modulatory Effects of Oleic Acid in Health and Disease. Mini-Rev. Med. Chem., 13(2): 201-210.
- SRPS EN ISO 3960 (2017). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja - Jodometrijsko (vizuelno) određivanje završne tačke, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
- SRPS EN ISO 6886 (2017). Srpski standard. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje oksidativne stabilnosti (test ubrzane oksidacije), Institut za standardizaciju Srbije, Beograd.
- Warner, K., Frankel, E. N., Mounts, T. L. (1989). Flavor and oxidative stability of soybean, sunflower and low erucic acid rapeseed oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 66(4): 558-564.
- Yin, M. C., Hwang, S. W., Chan, K. C. (2002). Nonenzymatic antioxidant activity of four organosulfur compounds derived from garlic. J. Agric. Food Chem., 50(21): 6143-6147.

OPTIMIZACIJA EKSTRAKCIJE HLOOROGENE KISELINE IZ UZORAKA SUNCOKRETA ZA ODREĐIVANJE VISOKOPRITISNOM TEČNOM HROMATOGRAFIJOM

Nada Grahovac^{1}, Milica Aleksić², Ana Đurović², Zorica Stojanović²,
Sandra Cvejić¹, Siniša Jocić¹, Tanja Lužaić², Ranko Romanić²*

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja
za Republiku Srbiju, Novi Sad, Republika Srbija

²Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

IZVOD

U ovom radu ispitana je efikasnost ekstrakcije hlorogene i kafene kiseline iz semena suncokreta korišćenjem različitih rastvarača i tehnika ekstrakcije. Ekstrakcija metanolom, etanolom, vodom i rastvorom soli natrijum-hlorida (NaCl) izvršene su na uzorcima sa i bez prethodnog obezmašćivanja. Hromatografska analiza hlorogene i kafene kiseline je izvedena primenom visokopritisnom tečnom hromatografijom (HPLC) uz detekciju DAD detektorom. Rezultati su pokazali da je obezmašćivanje značajno povećalo prinos ekstrakcije hlorogene i kafene kiseline. Analiza primene različitih rastvarača (metanol, etanol, voda, NaCl) pokazala je da su metanol i etanol efikasniji od vode i rastvora NaCl. Najoptimalnija tehnika ekstrakcije bila je kombinacija mešanja vorteksom i naknadna ultrazvučna ekstrakcija, uz primenu čistog metanola, koja je rezultirala najvećim prinosom hlorogene kiseline. Različite koncentracije metanola i etanola takođe su uticale na prinos, pri čemu je čist metanol pokazao najbolju efikasnost ekstrakcije. Ovo istraživanje ukazuje na važnost obezmašćivanja semena suncokreta i odabira odgovarajućeg rastvarača i tehnike ekstrakcije za postizanje maksimalnog prinosa hlorogene kiseline. Osim toga, potvrđuje se da čist metanol ima prednost u odnosu na etanol u pogledu efikasnosti ekstrakcije hlorogene kiseline.

Cljučne reči: hlorogena kiselina, kafena kiselina, ekstrakcija rastvaračima, suncokretovo seme.

OPTIMIZATION OF CHLOROGENIC ACID EXTRACTION FROM SUNFLOWER SAMPLES FOR HIGH-PRESSURE LIQUID CHROMATOGRAPHY ANALYSIS

ABSTRACT

In this study, the efficiency of the extraction of chlorogenic and caffeic acids from sunflower seeds was investigated using various solvents and extraction techniques. Extractions with methanol, ethanol, water, and sodium chloride (NaCl) solution were performed on samples with and without prior defatting.

* Dr Nada Grahovac, viši naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8321, E-mail: nada.grahovac@ifvcns.ns.ac.rs

Chromatographic analysis of chlorogenic and caffeic acids was conducted using high-pressure liquid chromatography (HPLC) with DAD detection. The results indicated that defatting significantly increased the yield of chlorogenic and caffeic acid extraction. Analysis of different solvents (methanol, ethanol, water, NaCl) demonstrated that methanol and ethanol were more effective than water and NaCl solution. The optimal extraction technique was a combination of vortex mixing and ultrasonic extraction with pure methanol, resulting in the highest yield of chlorogenic acid. Different concentrations of methanol and ethanol also influenced the extraction yield, with pure methanol showing better extraction efficiency. This research highlights the importance of defatting sunflower seeds and selecting appropriate solvents and extraction techniques to achieve maximum chlorogenic acid extraction. Furthermore, it confirms that pure methanol has an advantage over ethanol in terms of the efficiency of chlorogenic acid extraction.

Key words: chlorogenic acid, caffeic acid, solvent extraction, sunflower seeds.

UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je biljna vrsta poreklom iz Severne Amerike. Uzgaja se širom sveta, a pored soje i uljane repice, predstavlja značajan izvor visokokvalitetnog ulja koje ima široku primenu u pripremi hrane (Pal i sar., 2015). U poređenju sa ostalim uljaricama, suncokretovo seme odlikuje se niskim sadržajem alergena, antinutritivnih supstanci i štetnih jedinjenja kao što su toksični cijanogeni i saponini (Nikiforidis, 2019). Sadržaj ulja u suncokretovom semenu iznosi oko 25%, ali je postupcima oplemenjivanja ovaj sadržaj povećan na 40% (Adeleke i Babalola, 2020). Prema nutritivnim karakteristikama, suncokretovo ulje svrstava se u grupu najkvalitetnijih biljnih ulja (Škorić i sar., 2008). Ovo ulje odlikuje se visokim udelom nezasićenih masnih kiselina, posebno linolne i oleinske kiseline, koje imaju povoljne zdravstvene efekte. Tokom procesa industrijske proizvodnje ulja, nakon ekstrakcije „zaostaje” velika količina suncokretove pogače, koja se uglavnom koristi kao hrana za životinje. S obzirom na visok sadržaj proteina i vlakana, poslednjih decenija istraživanja su usmerena na mogućnost primene suncokretove pogače, prepoznajući je kao obećavajući resurs sa širokim mogućnostima iskorišćenja u različitim oblastima, uključujući proizvodnju biogasa i biorazgradivih materijala, kao i mogućnost njenog korišćenja u ljudskoj ishrani (Pedroche, 2015; Zabaniotou i sar., 2018; Petraru i sar., 2021). Osim po visokom sadržaju ulja, suncokretovo seme svojim raznovrsnim nutritivnim profilom značajno doprinosi zdravlju ljudi. Ovi mali, ali izuzetno hranljivi plodovi, obiluju esencijalnim nutrijentima, pružajući organizmu ključne elemente za optimalno funkcionisanje. Proteini, prisutni u značajnoj meri, igraju ključnu ulogu u izgradnji i obnovi tkiva, dok dijetna vlakna podržavaju zdravlje probavnog sistema. Uz to, kompleksan nutritivni profil sa bogatstvom vitamina B grupe i vitamina E, kao i esencijalnih minerala poput kalcijuma, selena, gvožđa, manganizujuma, fosfora i cinka, čini suncokretovo seme veoma pogodnim dodatkom ishrani koji pruža holističku podršku zdravlju (Karangwa i sar., 2015; Islam i sar., 2016).

Posebnu pažnju naučnika poslednjih decenija privukla su fenolna jedinjenja prisutna u biljnim vrstama, a naročito u uljaricama zbog svojih antimikrobnih, antikancerogenih, antivirusnih, protivupalnih, hipolipidemijskih i hipoglikemijskih svojstava (Alu'datt i sar., 2017). Brojna istraživanja ukazuju da se visok antioksidativni kapacitet polifenola u suncokretovom semenu

zadržava i tokom procesa prerade u ulje (Weisz i sar., 2009; Amakura i sar., 2013; Pajak i sar., 2014). U okviru ove grupe jedinjenja, u suncokretovom semenu i klici se nalaze flavanoidi (helianon, kvercetin, kempferol, luteolin, apigenin), i fenolne kiseline (kafena kiselina, hlorogena kiselina, kafeoilhinska kiselina, galna kiselina, protokatehinska, kumarinska, ferulna kiselina i sinapinske kiseline) (Weisz i sar., 2009; Kamar, 2011; Amakura i sar., 2013; Pajak i sar., 2014). Hlorogena i kafena kiselina identifikovane su kao primarne fenolne kiseline u semenu suncokreta (Pedrosa i sar., 2000; Alu'datt i sar., 2017). Hlorogena kiselina je depsidna kiselina koja nastaje kao produkt kafene i hininske kiseline. *In vitro* i *in vivo* istraživanja su potvrdila da hlorogena kiselina ispoljava ključne biološke aktivnosti, uključujući antioksidativno delovanje, zaštitu jetre i bubrega, antibakterijska svojstva, antitumorske efekte, regulaciju metabolizma šećera i lipida, protivupalno dejstvo, kao i zaštitu nervnog sistema (Wang i sar., 2022). Osim u medicinskom kontekstu, hlorogena kiselina se koristi i u farmaceutskoj industriji kao supstanca koja omogućava transport i otpuštanje aktivne supstance leka unutar organizma, a ima značajnu ulogu u istraživanju i razvoju novih farmaceutskih preparata (Catauro i sar., 2018; Cheng i sar., 2018; Bullo i sar., 2019; Owumi i sar., 2021). U oblasti stočarstva, hlorogena kiselina se dodaje tokom ishrane kako bi se regulisala crevna flora i produžio reproduktivni period životinja (Namula i sar., 2018; Thi Nguyen i sar., 2019). Takođe, hlorogena kiselina često se koristi kao sastojak kozmetičkih proizvoda i proizvoda za svakodnevnu upotrebu zahvaljujući svojim izraženim antioksidativnim i antibakterijskim svojstvima (Tsou i sar., 2019; Dos Santos Nascimento i sar., 2021). Sa druge strane, pri preradi suncokreta u fokusu su potencijalni štetni efekti koji proizilaze iz hemijske prirode fenolnih jedinjenja kao i same hlorogene kiseline. Naime, fenolna jedinjenja mogu lako reagovati sa drugim sastojcima, kao što su vitamini, minerali, masne kiseline, peptidi, proteini, lipidi i ugljeni hidrati, što može dovesti do promene nutritivnih svojstava prehrambenih proizvoda, strukturnih modifikacija, pri čemu se menjaju senzorska svojstva, rok skladištenja i stabilnost (Pedrosa i sar., 2000; Alu'datt i sar., 2017). Prisustvo hlorogene kiseline u suncokretovom brašnu povezano je sa tamno zelenim i smeđim bojama koje se razvijaju u alkalnim uslovima (Pedrosa i sar., 2000). Ova promena boje isključuje primenu suncokretovog brašna u prehrambenim proizvodima. U ovim procesima tamnjenja, hlorogena kiselina učestvuje sa enzimom oksidazom (Pedrosa i sar., 2000), pri čemu nastaju visoko reaktivni produkti koji dalje mogu reagovati sa funkcionalnim grupama aminokiselina. Ove reakcije narušavaju esencijalne aminokiseline, smanjujući njihovu svarljivost i nutritivni kvalitet, a mogu rezultirati i stvaranjem toksičnih jedinjenja.

S obzirom na negativan efekat hlorogene kiseline pri preradi suncokretovog semena i posledičnog ograničenja korišćenja uljane pogače za proizvodnju visokoproteinskog brašna, njeno određivanje u semenu suncokreta je od velikog značaja. Identifikacija i ciljana selekcija hibrida suncokreta sa nižim sadržajem hlorogene kiseline omogućava valorizaciju brašna od pogače suncokreta i u velikoj meri doprinosi njenom iskorišćenju u pripremi hrane, pri čemu se ovim sporednim proizvodom mogu zameniti skuplji izvori proteina. U ovom radu je ispitana efikasnost ekstrakcije hlorogene i kafene kiseline iz semena suncokreta primenjujući različite rastvarače i tehnike ekstrakcije u cilju njihovog daljeg određivanja primenom hromatografskih tehnika.

MATERIJAL I METODE RADA

Priprema semena suncokreta i obezmašćivanje

Za analizu je korišćeno seme suncokreta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Seme je samleveno pomoću laboratorijskog mlina vodeći računa da ne dođe do pregrevanja. Uzorak je podvrgnut obezmašćivanju metodom po Soxhlet-u uz primenu petroletra, dok je deo uzorka analiziran bez prethodnog obezmašćivanja.

Ekstrakcija

Efikasnost ekstrakcije hlorogene kiseline je ispitana primenom različitih rastvarača i tehnika ekstrakcije. Poređena je ekstrakciona moć metanola (10, 50 i 75%), etanola (70 i 80%), vode i vodenog rastvora soli natrijum-hlorida (1,3 mol/L). U sličaju primene vode i vodenog rastvora NaCl, ekstrakcija je izvođena na magnetnoj mešalici u trajanju od 1h na sobnoj temperaturi, nakon čega je izvođeno centrifugiranje na 13000 rcf 20 minuta. Pri primeni metanolnih i etanolnih rastvora, ekstrakcija je izvođena na još četiri dodatna načina: primenom vorteksa (Heidolph Reax Top, Heidolph Instruments, Germany) u tajanju od 5 minuta, ultrazvučnog kupatila (Sonorex Digitec DT 255 H, Bandelin instruments, Berlin, Germany) u trajanju od 30 minuta na sobnoj temperaturi i kombinacijom vorteksa u trajanju od 5 minuta i ultrazvučnog kupatila u trajanju od 30 minuta na sobnoj temperaturi, i mešanjem na magnetnoj mešalici (Heidolph MR 3001, Heidolph Instruments, Germany) u trajanju od 1h na 50°C uz kombinaciju sa centrifugiranjem na 13000 rcf u trajanju od 20 minuta. Za potrebe hromatografske analize, dobijeni ekstrakti su filtrirani primenom 0,45 µm filtera (Chromafil RC-45, regenerated cellulose, Macherey Nagel, Düren/Germany). Tako pripremljeni i profiltrirani ekstrakti su direktno korišćeni za hromatografsku analizu.

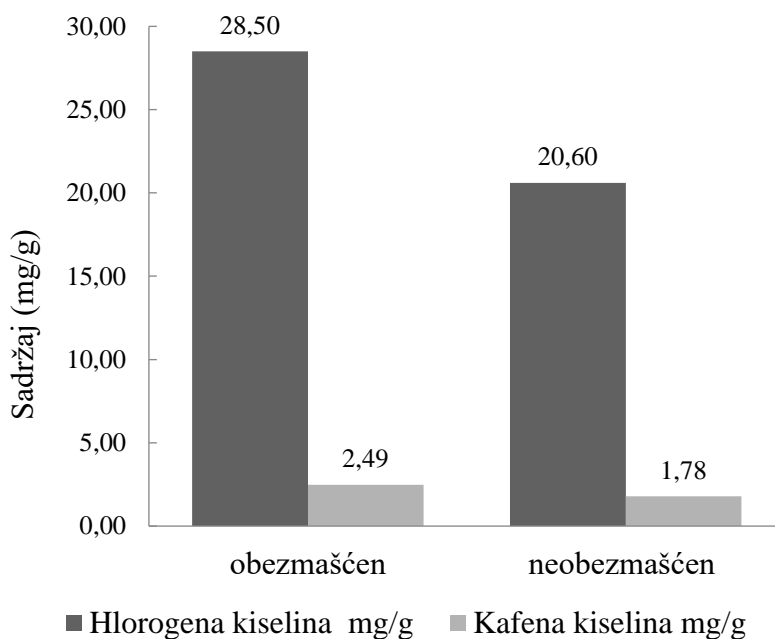
Hromatografska analiza

Količine hlorogene i kafene kiseline su određivane primenom visokopritisne tečne hromatografije (HPLC) uz primenu PDA detektora (LC-2050C 3D, Shimadzu, Japan). Injektivano je 5 µl pripremljenog uzorka. Sadržaj hlorogene i kafene kiseline određivan je na osnovu kalibracionih krivih formiranih primenom standardnih rastvora hlorogene i kafene kiseline poznatih koncentracija. Korišćena je kolona Nucleosil-C18 (150×4.6 mm, 5 µm, Macherey-Nagel). Temperatura kolone bila je 30°C. Kao mobilna faza korišćena je 0,2% rastvor H₃PO₄ (A) i acetonitrila (B), izokratski 90:10 (v/v). Protok faza bio je 1 mL/min, a talasna dužine detekcije za hlorogenu i kafenu kiselinu su bile 325 i 272 nm, redom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Uticaj obezmašćivanja na efikasnost ekstrakcije hlorogene i kafene kiseline prikazan je na slici 1. Kao rastvarač korišćen je čist metanol primenom kombinovanih tehnika ekstrakcije 5 minuta vorteks i 30 minuta ultrazvučno kupatilo na obezmašćenom i neobezmašćenom uzorku.

Na osnovu rezultata prikazanih na slici 1 vidimo da je obezmašćeni uzorak ekstrahovan čistim metanolom uz mešanje na vorteksu u trajanju od 5 minuta i primenom ultrazvučnog kupatila u trajanju od 30 minuta imao veći prinos hlorogene kiseline od neobezmašćenog uzorka.



Slika 1. Uticaj obezmašćivanja uzorka na efikasnost ekstrakcije
Figure 1. Effect of sample defatting on extraction efficiency

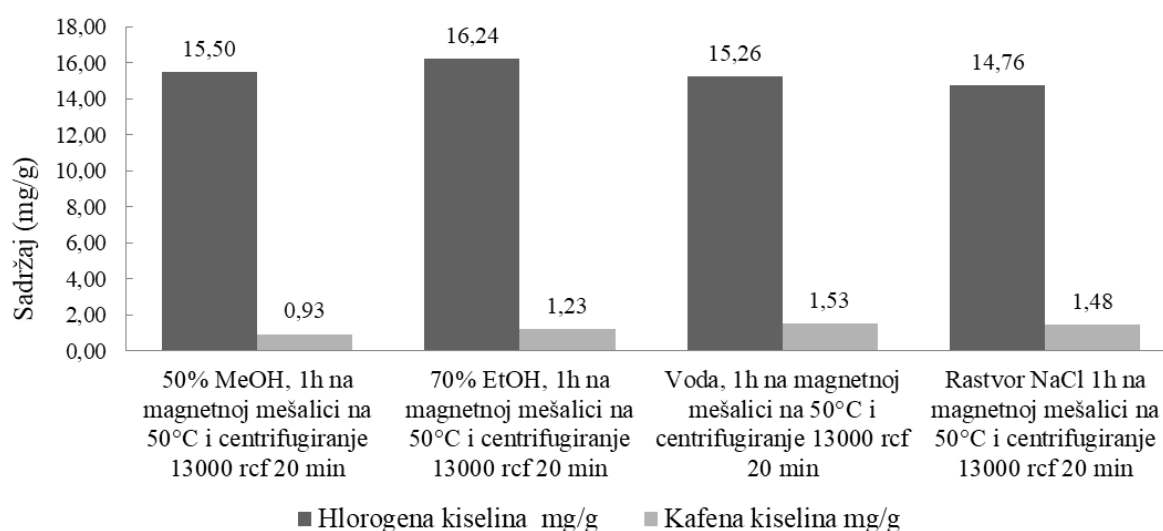
Prinos hlorogene kiseline iznosio je 28,50 mg/g za obezmašćen uzorak i 20,60 mg/g za neobezmašćen uzorak, dok je prinos kafene kiseline iznosio 2,49 mg/g za obezmašćen i 1,78 mg/g za neobezmašćen uzorak. Veći prinos u slučaju obezmašćenog uzorka se može pripisati boljem prodiranju polarnih rastvarača u pore usitnjenog materijala koji ne sadrži ulje u sebi. S obzirom na dobijene rezultate, u daljim analizama primenjan je samo obezmašćen uzorak radi što efikasnije ekstrakcije hlorogene i kafene kiseline.

Za ispitivanje zavisnosti količine ekstrahovane hlorogene i kafene kiseline od primenjenog rastvarača uz primenu klasičnog postupka ekstrakcije tokom 1 h uz mešanje na magnetnoj mešalici na temperaturi od 50°C i centrifuge na 13000 rcf u trajanju od 20 minuta, poređeni su različiti rastvarači za ekstrakciju: 50% metanolni rastvor, 70% etanolni rastvor, voda i vodeni rastvor soli natrijum-hlorida.

Hlorogena kiselina sa proteinima najmanje reaguje pri pH vrednostima između 5 i 7, tako da je, pored uobičajenih polarnih organskih rastvarača 50% metanola i 70% etanola, ispitivana i efikasnost ekstrakcije primenom vode i vodenog rastvora soli NaCl čija je pH vrednost oko 6,0. Pri ovim uslovima se očekuje da se hlorogena kiselina u najvećoj meri nalazi slobodna i da će se lakše ekstrahovati iz usitnjenih uzoraka semena suncokreta (Saed i sar., 1989; Vaintraub i Kratch, 1989; Wildermuth, 2016).

Na osnovu rezultata prikazanih na slici 2 može se uočiti da pri klasičnom postupku ekstrakcije uz mešanje na povišenoj temperaturi nije bilo značajne razlike u prinosu hlorogene i kafene kiseline iz suncokreta uz primenu svih ispitivanih rastvarača. Neznatno efikasniji rastvarač sa primenjenom tehnikom ekstrakcije bio je 70% etanol. Prinos hlorogene kiseline primenom 70% etanola iznosio je 16,24 mg/g i 1,23 mg/g kafene kiseline, dok je primenom 50% metanola prinos

iznosio 15,50 mg/g za hlorogenu i 0,93 mg/g za kafenu kiselinu. Primenom vode, prinos hlorogene kiseline je iznosio 15,26 mg/g, a kafene 1,53 mg/g. Najmanji prinos ostvaren je uz upotrebu rastvora soli NaCl za ekstrakciju i to 14,76 mg/g hlorogene i 1,48 mg/g kafene kiseline. Razlike u količini ekstrahovane hlorogene i kafene kiseline primenom organskih rastvarača, vode i rastvora soli natrijum-hlorida postoje, ali ove razlike nisu značajne. Na osnovu svega iznetog se ipak može zaključiti da je primena organskih rastvarača kao što su metanol i etanol efikasnija, te su oni dalje korišćeni za ispitivanje različitih postupaka ekstrakcije i njihove efikasnosti.

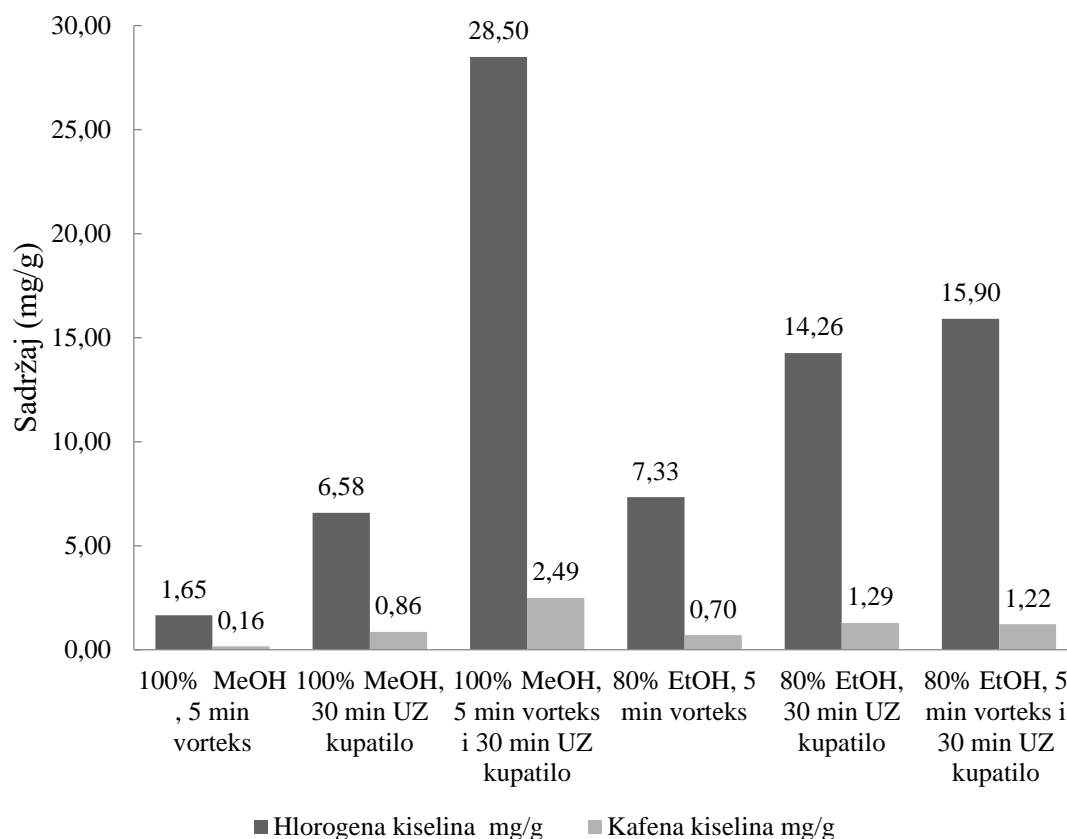


Slika 2. Sadržaj hlorogene i kafene kiseline u uzorku dobijen primenom različitih rastvarača za ekstrakciju

Figure 2. The content of chlorogenic and caffeic acid in the sample obtained by applying different solvents for extraction

Na slici 3 dat je grafički prikaz količine ekstrahovane hlorogene i kafene kiseline u zavisnosti od tehnika ekstrakcije uz primenu čistog metanola ili 80% etanola za ekstrakciju primenom različitih tehnika ekstrakcije. Poređene su tehnike ekstrakcije uz primenu vorteksa u trajanju od 5 minuta, ultrazvučna ekstrakcija u trajanju od 30 minuta i kombinacija ove dve tehnike uz primenu vorteksa u trajanju od 5 minuta i ultrazvučna ekstrakcija u trajanju od 30 minuta. Primenom samo vorteksa za ekstrakciju ili samo ultrazvučne ekstrakcije dobijeni su jako mali prinosi hlorogene i kafene kiseline i to 1,65 mg/g hlorogene i 0,16 mg/g kafene kiseline uz primenu samo vorteksa i 6,58 mg/g hlorogene i 0,86 mg/g kafene uz primenu samo ultrazvučnog kupatila kada se kao rastvarač koristio čist metanol. Kombinovanje vorteksa u trajanju od 5 minuta i ultrazvučnog kupatila u trajanju od 30 minuta dobijen je prinos od 28,50 mg/g za hlorogenu i 2,49 mg/g za kafenu kiselinu. Primenom 80% etanola uz primenu samo vorteksa u trajanju od 5 minuta dobija se 7,33 mg/g hlorogene i 0,70 mg/g kafene kiseline. Ekstrakcijom samo u ultrazvučnom kupatilu u trajanju od 30 minuta količina ekstrahovane hlorogene kiseline je iznosila 14,26 mg/g, a kafene 1,29 mg/g. Najveći prinos ostvaruje se kombinovanjem mešanja na vorteksu u trajanju od 5 minuta i na ultrazvučnom kupatilu. Iz prikazanih rezultata se može zaključiti da je čist metanol u poređenju sa 80% etanolom efikasniji

rastvarač, a da se najveći prinos ostvaruje kombinovanom ekstrakcijom na vorteksu u trajanju od 5 minuta i ultrazvučnom kupatilu, u trajanju od 30 minuta.



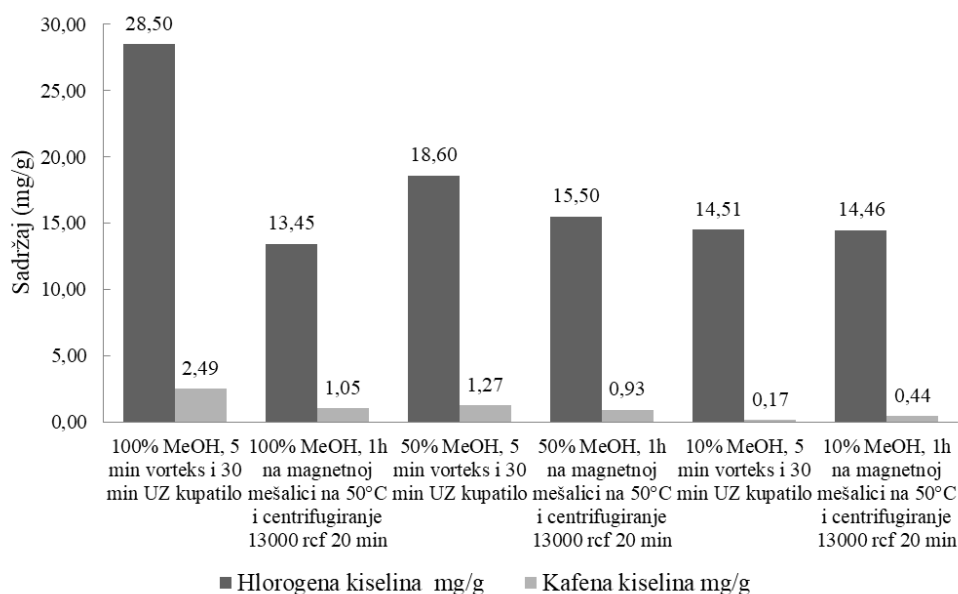
Slika 3. Sadržaj hlorogene i kafene kiseline dobijen primenom čistog metanola ili 80% etanola i različitih tehnika ekstrakcije

Figure 3. Chlorogenic and caffeic acid content obtained using pure methanol and 80% ethanol with different extraction techniques

Osim ekstrakcije primenom vorteksa i ultrazvučnog kupatila, primenjivana je još i magnetna mešalica u trajanju od 1 h na sobnoj ili temperaturi od 50°C i centrifugiranje na 13000 rcf u trajanju od 20 minuta. Efikasnost ove klasične tehnike ekstrakcije u poređenju sa ekstrakcijom uz primenu intenzivnog mešanja vorteksom i ultrazvučnim kupatilom prikazana je na slici 4. Efikasnost je bila veća pri primeni ekstrakcije sa vorteksom i ultrazvučnim kupatilom u odnosu na primenu magnetne mešalice na temperaturi 50°C u trajanju od jednog sata i centrifugiranja na 13000 rcf u trajanju od 20 minuta. Primenom vorteksa i ultrazvučnog kupatila prinos hlorogene kiseline je 28,50 mg/g uz primenu čistog metanola, dok je prinos od 13,45 mg/g hlorogene kiseline dobijen u postupku ekstrakcije uz primenu magnetne mešalice i centrifuge. Razlika u prinosu hlorogene kiseline pri korišćenju različitih tehnika ekstrakcije smanjuje se sa povećanjem razblaženja metanola, ali je ipak prisutna zbog čega se preporučuje korišćenje kombinacije 5 minuta vorteks i 30 minuta ultrazvučno kupatilo na sobnoj temperaturi uz primenu čistog metanola kao optimalnog ekstragensa hlorogene kiseline.

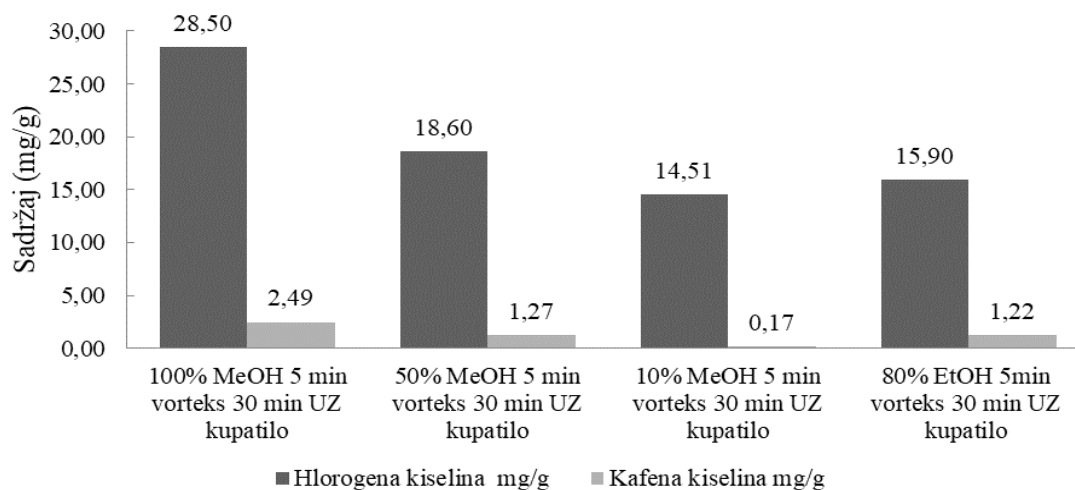
Svakako da, osim razblaženja, na efikasnost ekstrakcije utiče i vrsta organskog rastvarača (slika 5). Primenom 50% metanola ekstrahovano je 18,60 mg/g hlorogene i 1,27 mg/g kafene kiseline,

dok je primenom 80% etanola prinos od 15,90 mg/g hlorogene i 1,22 mg/g kafene dobijen pri istim uslovima ekstrakcije. Iz svega navedenog se može zaključiti da je metanol čak i pri većem razblaženju efikasniji od 80% etanola, što je u skladu sa podacima iz literature (Gonzalez-Perez i sar., 2000).



Slika 4. Sadržaj hlorogene i kafene kiseline dobijen primenom metanola različitog razblaženja i različitih tehnika ekstrakcije

Figure 4. The content of chlorogenic and caffeic acids obtained using methanol of different dilutions and different extraction techniques



Slika 5. Količina hlorogene i kafene kiseline dobijene primenom četiri različita rastvarača za ekstrakciju primenom iste tehnike ekstrakcije

Figure 5. Content of chlorogenic and caffeic acids obtained using four different extraction solvents using the same extraction techniques

Primena čistog metanola i njegova efikasnost ekstrakcije hlorogene kiseline je u skladu sa podacima u literaturi gde se čist metanol pominje kao najefikasniji rastvarač za ekstrakciju hlorogene kiseline iz suncokreta (Sabir i sar., 1974; Gonzalez-Perez i sar., 2000).

ZAKLJUČAK

Za ekstrakciju hlorogene kiseline korišćeni su organski rastvarači metanol i etanol pri različitim razblaženjima, voda i rastvor soli natrijum-hlorida. Kao efikasniji pokazali su se organski rastvarači uz primenu kombinovane ekstrakcije primenom vorteksa i ultrazvučne ekstrakcije, a najveći prinos ostvaren je primenom čistog metanola. Efikasnost ekstrakcione moći metanola opada sa povećanjem razblaženja. Etanol je manje efikasan od metanola iako je pogodniji za primenu zbog manje toksičnosti i niže cene, pa ima i veću tendenciju za primenu u industrijskim razmerama. Voda i rastvor soli natrijum-hlorida pokazali su se manje efikasnim od organskih rastvarača, ali se i njihovom primenom postiže ekstrahovanje hlorogene kiseline. Kao najefikasnija i najbrža tehnika ekstrakcije pokazala se kombinacija mešanja uzorka i rastvarača na vorteksu u trajanju od 5 minuta i primenom ultrazvučnog kupatila u trajanju od 30 minuta. Primena magnetne mešalice u trajanju od jednog sata na temperaturi od 50°C i centrifuge na 13000 rcf u trajanju od 20 minuta pokazali su se manje efikasnim i dugotrajnijim procesima. Korak obezmaščivanja samlevenih uzoraka suncokreta primenom metode po Soxhlet-u ne treba preskakati jer se pokazalo da se u uzorcima u kojima su otklonjene masne komponente postiže bolje prodiranje rastvarača za ekstrakciju, i time dobija i veći prinos ekstrahovane hlorogene kiseline.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju na finansijskoj podršci Pokrajinskom sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost AP Vojvodine (projekat broj: 142-451-3129/2023), Pokrajinskom sekretarijatu za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo AP Vojvodine (broj ugovora: 104-401-3048/2023-01) i Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (projekat broj: 451-03-47/2023-01/200032).

LITERATURA

- Adeleke, S.B., Babalola, O.O. (2020). Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Sci. Nutr.*, 8: 4666-4684.
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Al-Mahasneh, M. A., Almajwal, A., Gammoh, S., Ereifej, K., Johargy, A., Alli, I. (2017). A review of phenolic compounds in oil-bearing plants: Distribution, identification and occurrence of phenolic compounds. *Food Chem.*, 218: 99-106.
- Amakura Y., Yoshimura M., Yamakami S., Yoshida T. (2013). Isolation of phenolic constituents and characterization of antioxidant markers from sunflower (*Helianthus annuus*) seed extract. *Phytochem. Lett.*, 6: 302-305.
- Bullo, S., Buskaran, K., Baby, R., Dorniani, D., Fakurazi, S., Hussein, M. Z. (2019). Dual drugs anticancer nanoformulation using graphene oxide-peg as nanocarrier for protocatechuic acid and chlorogenic acid. *Pharm. Res.*, 36(6): 91.
- Catauro, M., Tranquillo, E., Salzillo, A., Capasso, L., Illiano, M., Sapio, L., Naviglio, S. (2018). Silica/polyethylene glycol hybrid materials prepared by a sol-gel method and containing chlorogenic acid. *Molecules*, 23: 2447.
- Cheng, X., Li, K., Xu, S., Li, P., Yan, Y., Wang, G., Berman, Z., Guo, R., Liang, J., Traore, S., Yang, X. (2018). Applying chlorogenic acid in an alginate scaffold of chondrocytes can improve the repair of damaged articular cartilage. *PLoS ONE*. 13(4): e0195326.
- Dos Santos Nascimento, L. B., Gori, A., Raffaelli, A., Ferrini, F., Brunetti, C. (2021). Phenolic Compounds from Leaves and Flowers of *Hibiscus roseus*: Potential Skin Cosmetic Applications of an Under-Investigated Species. *Plants J.*, 10(3): 522.
- Gonzalez-Perez S., Merck B. K., Vereijken M. J., Van Koningsveld A. G., Gruppen H., Voragen G. J. A. (2002). Isolation and characterization of

- undenaturated chlorogenic acid free sunflower (*Helianthus annuus*) proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 1713-1719.
- Islam, R. T., Hossain, M. M., Majumder, K., Tipu, A. H. (2016). In vitro phytochemical investigation of *Helianthus annuus* seeds. *Bangladesh J. Pharmacol.*, 19(1), 100-105.
- Kamar, J. (2011). Quantification of alkaloids, phenols and flavonoids in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Afr. J. Biotechnol.*, 10(16): 3149-3151.
- Karangwa, E., Zhang, X., Murekatete, N., Masamba, K., Raymond, L. V., Shabbar, A., Zhang, Y., Duhoranimana, E., Muhoza, B., Song, S. (2015). Effect of substrate type on sensory characteristics and antioxidant capacity of sunflower Maillard reaction products. *Eur. Food Res. Technol.*, 240(5): 393-960.
- Namula, Z., Hirata, M., Wittayarat, M., Tanihara, F., Thi Nguyen, N., Hirano, T., Nii, M., Otoi, T. (2018). Effects of chlorogenic acid and caffeic acid on the quality of frozen-thawed boar sperm. *Reprod. Domest. Anim.*, 53(6):1600-1604.
- Nikiforidis, C. V. (2019). Multicomponent emulsifiers from sunflower seeds. *Curr. Opin. Food Sci.*, 29: 35-41.
- Owumi, S. E., Anaikor, R. A., Arunsi, U. O., Adaramoye, O. A., Oyelere, A. K. (2021). Chlorogenic acid co-administration abates tamoxifen-mediated reproductive toxicities in male rats: an experimental approach. *J. Food Biochem.*, 45: e13615.
- Pająk, P., Socha, R., Gałkowska, D., Rożnowski, J., Fortuna, T. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food Chem.*, 143: 300-306.
- Pal, U., Patra, R., Sahoo, N., Bakhara, C., & Panda, M. (2015). Effect of refining on quality and composition of sunflower oil. *J. Food Sci. Technol.*, 52(7), 4613-4618.
- Pedroche, J. (2015). 13 - Utilization of Sunflower Proteins, str. 395-439, u: *Sunflower, Chemistry, Production, Processing, and Utilization*, Editor: E. Martínez-Force, N. Turgut Dunford, J. J. Salas, AOCS Press, Urbana, Illinois.
- Pedrosa, M. M., Muzquiz, M., Garcí'a-Vallejo, C., Burbano, C., Cuadrado, C., Robredo, L. M. (2000). Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 459-464.
- Petraru, A., Ursachi, F., Amariei, S. (2021). Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient. *Plants J.*,10(11): 2487.
- Škorić, D., Jocić, S., Sakač, Z., Lečić, N. (2008). Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 86(4): 215-221.
- Thi Nguyen, N., Hirata, M., Tanihara, F., Hirano, T., Le, Q. A., Nii, M., Otoi, T. (2019). Hypothermic storage of porcine zygotes in serum supplemented with chlorogenic acid. *Reprod. Domest. Anim.*, 54(5): 750-755.
- Tsou, S. H., Hu, S. W., Yang, J. J., Yan, M., Lin, Y. Y. (2019). Potential Oral Health Care Agent from Coffee Against Virulence Factor of Periodontitis. *Nutrients* 11(9): 2235.
- Vaintraub, A. I., Kratch V. V. (1989). Changes in free and bound chlorogenic acid and in polyphenoloxidase activity during the industrial processing of sunflower seeds. *Nahrung*, 33: 95-97.
- Wang, L., Pan, X., Jiang, L., Chu, Y., Gao, S., Jiang, X., Zhang, Y., Chen, Y., Luo, S., Peng, C. (2022). The Biological Activity Mechanism of Chlorogenic Acid and Its Applications in Food Industry: A Review. *Front. Nutr.*, 9: 943911.
- Weisz, G. M., Kammerer, D. R., Carle, R. (2009). Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC-DAD/ESI-MSn. *Food Chem.*, 115(2): 758-765.
- Wildermuth, R. S. (2016). Chlorogenic acid oxidation and its reaction with sunflower proteins to form green-colored complexes. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 15: 829-843.
- Zabaniotou, A., Kamaterou, P., Kachrimanidou, V., Vlysidis, A., Koutinas, A. (2018). Taking a reflexive TRL3-4 approach to sustainable use of sunflower meal for the transition from a mono-process pathway to a cascade biorefinery in the context of Circular Bioeconomy. *J. Clean. Prod.*, 172: 4119-4129

SADRŽAJ I PRINOS PROTEINA I ULJA U NS SORTAMA SOJE REGISTROVANIM U 2023. GODINI

Vojin Đukić^{1*}, Jegor Miladinović¹, Danijela Stojanović², Zlatica Mamlić¹,
Marina Čeran¹, Predrag Randelović¹, Sanja Vasiljević¹

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja
za Republiku Srbiju, Novi Sad, Republika Srbija

²Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Beograd, Republika Srbija

IZVOD

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad do 2023. godine registrovano je 174 sorti soje i to 34 sorte soje grupe zrenja 000 i 00, 39 sorti 0 grupe zrenja, 54 sorti I grupe zrenja, 41 sorta II grupe zrenja i 6 sorti soje III grupe zrenja. Cilj ovoga rada je sagledavanje prinosa, sadržaja proteina i ulja, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, najnovijih NS sorti soje priznatih u 2023 godini. U dvogodišnjim ogledima Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, na pet lokaliteta, najviši prinos imala je sorta soje NS Aurelius (3.088 kg ha^{-1}). Najviši sadržaj proteina imala je sorta NS Ecob (45,8%), dok je najviši sadržaj ulja zabeležen kod sorti NS Sedef (20,9%) i NS Apolo (20,8%).

Ključne reči: soja, prinos, sadržaj proteina, sadržaj ulja, prinos proteina, prinos ulja.

CONTENT YIELD OF PROTEIN AND OIL IN NS SOYBEAN VARIETIES REGISTERED IN 2023

ABSTRACT

Until 2023, 174 soybean varieties were registered at the Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad, 34 soybean varieties of ripening group 000 and 00, 39 varieties of 0 ripening group, 54 varieties of ripening group I, 41 varieties of ripening group II and 6 soybean varieties of ripening group III. The aim of this study is to assess the yield, protein, and oil content, as well as protein and oil yield per unit area, the latest NS varieties registered in 2023. In the two-year trials of the Ministry of Agriculture and Environmental Protection of Republic of Serbia, at five locations, the highest yield was late soybean NS Aurelius (3.088 kg ha^{-1}). The highest protein content was in the early variety NS Ecob (45.8%), while the highest oil content was recorded in varieties NS Sedef (20.9%) and NS Apolo (20.8%).

Key words: soybean, yield, protein content, oil content, protein yield, oil yield.

* Dr Vojin Đukić, viši naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8485, E-mail: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

UVOD

Soja je mahunarka sposobna da većinu svojih potreba za azotom podmiri usvajanjem elementarnog azota iz vazduha, bogata je proteinima i ova biljna vrsta ima ekspanziju gajenja na svetskom nivou. Soja se koristi za ljudsku ishranu, ishranu životinja i jedna je od najznačajnijih industrijskih biljaka od koje se dobija više od 20000 raznih proizvoda. (Давыденко i sar., 2004). Soja je veoma dobra komponenta u plodoredu, jer obogaćuje zemljište azotom i posle soje zemljište ostaje u dobrom fizičkom stanju (Đukić i sar., 2014). Gajenje soje doživelo je ekspanziju u 20. veku, ali soju sa sigurnošću možemo nazvati i biljkom budućnosti, jer porastom svetske populacije značaj soje će biti sve veći (Đukić, 2009).

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad do sada je registrovano 174 sorti soje u Srbiji i preko 200 sorti u inostranstvu (Đukić i sar., 2022a; Đukić i sar., 2022b), sa vegetacionim periodom od 100 do 145 dana (Đukić i sar., 2020). Novosadske sorte soje dobro su poznate proizvođačima, kako u našoj zemlji, tako i u inostranstvu, što potvrđuje podatak da se naše sorte soje gaje na području od Francuske do Kazahstana i Uzbekistana, odnosno od južnog Sibira do Irana (Đukić i sar., 2019a). Prednost Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad je u širokoj paleti sorti soje, od veoma ranih, do veoma kasnih sorti (Randelović i sar., 2020), a stvaranje veoma ranih i veoma kasnih sorti omogućuje proširenje areala gajenja soje (Miladinov i sar. 2017).

Najvažnije agronomske i hemijske osobine svake sorte su pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013), zbog čega je veoma bitno da sorte soje poseduju stabilnost i adaptabilnost u pogledu prinosa (Miladinović i sar., 2017). Novopriznate sorte soje imaju viši prinos u odnosu na standardne sorte soje (Đukić i sar., 2021) ili povišen sadržaj proteina u zrnu (Đukić i sar., 2023), odnosno često su boljeg kvaliteta (Miladinov i sar., 2017). Novim sortama treba dati prednost pri izboru sortimenta (Đukić i sar., 2023), jer su nove sorte nastale i testirane u uslovima promenjene klime (Đukić i sar., 2018a) i one zadovoljavajuće prinose ostvaruju i u povoljnim i u sušnim godinama (Đukić i sar., 2018b). Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanja zadovoljavajućih prinosa (Đukić i sar., 2011; Miladinov i sar., 2017), odnosno mogu se ublažiti negativna delovanja agroklimatskih uslova u proizvodnji soje (Đukić i sar., 2019b). Pre komisijskih testiranja vrše se višegodišnji ogledi od strane selekcionera, a nakon registracije dodatna testiranja na različitim lokalitetima i samo najbolji genotipovi se uvode u proizvodnju (Đukić i sar., 2018a).

Cilj ovoga rada je da se sagleda kvalitet najnovijih NS sorti soje, registrovanih u 2023. godini i uporedi sa standardnim sortama za pojedine grupe zrenja.

MATERIJAL I METODE RADA

U ovim istraživanjima analizirani su rezultati testiranja Odeljenja za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Prikazani su podaci za osam novih NS sorti soje, registrovanih u 2023. godini (NS Sedef, NS Ecob, 00 grupa zrenja, NS

Ozymandias, 0 grupe zrenja, NS Demetrius, NS Dracarys, NS Regulus i NS Artur, I grupe zrenja i NS Aurelius, II grupa zrenja) i standardnih sorti za pojedine grupe zrenja (Merkur, 00 grupa zrenja, NS Maximus, 0 grupa zrenja, NS Apolo, I grupe zrenja i Rubin, II grupa zrenja). Ogledi su postavljeni na pet lokaliteta: Sombor, Karavukovo, Rimski Šančevi, Sremska Mitrovica i Pančevo. U ovom radu analizirani su dvogodišnji podaci iz 2021. godine i 2022. godine sa navedenih lokaliteta. Analizirane su prosečne vrednosti za prinos soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Pri izvođenju oglada ispoštovane su preporuke u pogledu sklopa za pojedine grupe zrenja, a nakon žetve sadržaj proteina i ulja u zrnu sa svih lokaliteta određivan je u PSS Sombor. Prinosi soje obrađeni su statistički analizom varijanse, a razlike su testirane LSD testom. Prosečni, dvogodišnji rezultati prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prinos novopriznatih NS sorti soje, kao i sorti koje predstavljaju standarde u ogledima za priznavanje sorti soje prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečan prinos NS sorti soje (kg ha^{-1}), (2021-2022)
Table 1. Average yield of NS soybean variety (kg ha^{-1}), (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan prinos Average yield	LSD		Povećanje prinosa (%) Increase in the yield (%)
			0,05	0,01	
00	Merkur	2593			-
00	NS Sedef	2940	112	159	13,4
00	NS Ecob*	2573			-0,8
0	NS Maximus	2840			-
0	NS Ozymandias	3003	98	126	5,7
I	NS Apolo	2692			-
I	NS Demetrius	2948			9,5
I	NS Dracarys	3024	89	117	12,3
I	NS Regulus	3015			12,0
I	NS Artur	2842			5,6
II	Rubin	2884	122	175	-
II	NS Aurelius	3088			7,1

* prinos niži u odnosu na standardnu sortu, ali povišen sadržaj proteina za 7,9%

Da bi nova sorta soje bila priznata u sortnoj komisiji mora ostvariti minimum za 3% viši prosečan prinos u odnosu na standardnu sortu soje za određenu grupu zrenja (Đukić i sar., 2022). Novopriznata veoma rana sorta soje, 00 grupe zrenja, NS Sedef (2940 kg ha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje Merkur (2593 kg ha^{-1}), a povećanje prinosa iznosilo je 13,4%. Veoma rana sorta soje NS Ecob (2573 kg ha^{-1}) imala je prinos soje na nivou standarda, odnosno prinos je smanjen za 0,8%, bez statističke značajnosti, međutim ova sorta je prijavljena u sortnu komisiju sa povišenim sadržajem proteina (7,9% viši sadržaj proteina od standardne sorte Merkur). Rana sorta soje NS Ozymandias (3003 kg ha^{-1})

imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje NS Maximus (2840 kg ha^{-1}), a povećanje prinosa iznosilo je 5,7%. Srednjestasna sorta soje NS Demetrius (2948 kg ha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na sortu soje NS Apolo (2692 kg ha^{-1}), odnosno povećanje prinosa iznosilo je 9,5%. Sorta soje NS Dracarys (3024 kg ha^{-1}) imala je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu soje, odnosno viši prinos za 12,3%. Sorta soje NS Regulus (3015 kg ha^{-1}) ostvarila je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu za I grupu zrenja, a povećanje je iznosilo 12,0%, dok je sorta soje NS Artur (2842 kg ha^{-1}) imala statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na standardnu sortu, odnosno viši prinos za 5,6%.

Prosečan sadržaj proteina i ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 2.

Najviši prosečan sadržaj proteina u ovim istraživanjima zabeležen je kod veoma rane sorte NS Ecob (45,80%), a najniži sadržaj proteina kod srednjestasne sorte soje NS Regulus (39,29%).

Najviši sadržaj ulja u zrnu imala je veoma rana sorta soje NS Sedef (20,88%) i srednjestasna sorta soje NS Apolo (20,76%), a najniži sadržaj ulja zabeležen je kod veoma rane sorte NS Ecob (18,57%), srednjestasne sorte NS Demetrius (19,45%) i veoma rane sorte soje NS Merkur (19,64%). Sorte soje sa kraćim vegetacionim periodom nakupljaju u zrnu više proteina, dok kasnije sorte soje, sa dužim vegetacionim periodom imaju veći sadržaj ulja u zrnu (Đukić i sar., 2013), ali su selekcijom stvorene kasne sorte soje koje imaju povišen sadržaj proteina, kao i ranije sorte sa povišenim sadržajem ulja (Đukić i sar., 2019b). Sorta soje iz I grupe zrenja NS Demetrius (42,16%) ima povećan sadržaj proteina, kao i srednje kasna sorta soje Rubin (41,71%), dok veoma rana sorta soje NS Sedef ima povišen sadržaj ulja u zrnu (20,88%). Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte soje (Đukić i sar., 2017).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina i ulja NS sorti soje (%), (2021-2022)

Table 2. Average protein content and oil content of NS soybean variety (%), (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan sadržaj proteina (%) Average protein content (%)	Prosečan sadržaj ulja (%) Average oil content (%)
00	Merkur	42,76	19,64
00	NS Sedef	40,91	20,88
00	NS Ecob	45,80	18,57
0	NS Maximus	42,56	19,83
0	NS Ozymandias	41,45	18,02
I	NS Apolo	41,46	20,76
I	NS Demetrius	42,16	19,45
I	NS Dracarys	40,69	20,04
I	NS Regulus	39,29	20,38
I	NS Artur	41,56	20,45
II	Rubin	41,71	19,99
II	NS Aurelius	41,21	20,09

Prosečan prinos proteina i ulja po jedinici površine prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Prosečan prinos proteina i ulja NS sorti soje (kg ha^{-1}) (2021-2022)
Table 3. Average protein yield, and oil yield of NS soybean variety (kg ha^{-1}) (2021-2022)

Grupa zrenja Maturity group	Sorta Variety	Prosečan prinos proteina (kg ha^{-1}) Average protein yield (kg ha^{-1})	Prosečan prinos ulja (kg ha^{-1}) Average oil yield (kg ha^{-1})
00	Merkur	1111	509
00	NS Sedef	1201	617
00	NS Ecob	1183	478
0	NS Maximus	1209	555
0	NS Ozymandias	1224	602
I	NS Apolo	1112	558
I	NS Demetrius	1244	573
I	NS Dracarys	1225	608
I	NS Regulus	1178	615
I	NS Artur	1181	584
II	Rubin	1206	578
II	NS Aurelius	1272	621

Zbog visokog prinosa zrna, sorte soje NS Aurelius, NS Dracarys i NS Ozymandias imale su visok prinos proteina po jedinici površine (1272 kg ha^{-1} , 1225 kg ha^{-1} i 1224 kg ha^{-1}), dok je sorta soje NS Demetrius (1244 kg ha^{-1}) ostvarila visok prinos proteina zahvaljujući povišenom sadržaju proteina u zrnu. Najniži prinos proteina zabeležen je kod sorti soje NS Merkur (1111 kg ha^{-1}) i NS Apolo (1112 kg ha^{-1}), koje su imale niži prinos zrna po jedinici površine u odnosu na ostale sorte soje. Visoki prinosi ulja ostvareni su sa sortama soje NS Aurelius (621 kg ha^{-1}), NS Sedef (617 kg ha^{-1}), NS Regulus (615 kg ha^{-1}), NS Dracarys (608 kg ha^{-1}) i NS Ozymandias (602 kg ha^{-1}), s tim što je prinos ulja kod sorti soje NS Aurelius, NS Dracarys i NS Ozymandias povišen zahvaljujući povišenom prinosu zrna po jedinici površine, kod sorte soje NS Regulus zbog povišenog prinosa zrna i povišenog sadržaja ulja u zrnu, a kod sorte soje NS Sedef zbog povišenog sadržaja ulja u zrnu soje. Najniži prinos ulja po jedinici površine ostvaren je sa sortom soje NS Ecob (478 kg ha^{-1}), koja je imala najviši procenat proteina u zrnu, smanjen sadržaj ulja i najniži prinos zrna po jedinici površine.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dvogodišnjeg testiranja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Od novopriznatih NS sorti soje, veoma rana sorta soje NS Sedef, rana sorta NS Ozymandias, srednjestasne sorte NS Dracarys, NS Regulus, NS Demetrius, NS Artur i srednje kasna sorta soje NS Aurelius ostvarile su veoma visoke prinose u odnosu na standardne sorte iz navedenih grupa zrenja.

Sorte NS Ecob, Merkur, NS Maximus i NS Demetrius odlikuju se visokim sadržajem proteina, dok sorte soje NS Sedef, NS Apolo, NS Artur i NS Regulus imaju povišen sadržaj ulja u zrnu.

Veoma visoki prinosi proteina po jedinici površine ostvareni su sa sortama soje NS Aurelius, NS Demetrius, NS Dracarys i NS Ozymandas, a visoki prinosi ulja po jedinici površine sa sortama soje NS Aurelius, NS Sedef, NS Regulus, NS Dracarys i NS Ozymandias.

LITERATURA

- Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004). *Соя для умеренного климата, »Техналогія« Минск, Беларусь, 173.*
- Đukić, V. (2009). *Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun, 1-127.*
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011). *Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. Ratarstvo i povrtarstvo (48) 1, 137-142.*
- Đukić, V., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Dozet, G., Cvijanović, M., Petrović, K. (2013): *Uticao rejona gajenja na prinos i kvalitet soje. 54. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica. Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 69-73.*
- Đukić, V. i Dozet, G. (2014): *Tehnologija gajenja semenskog useva soje : Svetlana Balešević-Tubić i Jegor Miladinović red.: Semenarstvo soje, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.*
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). *Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica. Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.*
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018a). *Hemijski sastav zrna novih NS sorti soje. Uljarstvo, 49 (1), 5-10.*
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018b). *Kritični momenti u proizvodnji soje. 52. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zbornik referata, Zlatibor, 2018, 34-44.*
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Marinković, J. (2019a). *Kvalitativne osobine NS sorti soje registrovanih u 2019. godini. 60. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 71-78.*
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinović, J., Miladinov, Z., Đorđević, V., Dozet, G., Petrović, K. (2019b). *Sadržaj proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2019. godini. Uljarstvo, vol. 50, br. 1, 19-23.*
- Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov, Z., Stojanović, D., Randelović, P., Dozet, G., Jaćimović, S. (2020). *Sadržaj i prinos proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2020. godini. Uljarstvo, vol. 51, br. 1, 5-9.*
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Miladinov Mamlić, Z., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, V. (2021). *Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2021. godini, Zbornik radova 62. Savetovanja idustrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. jun - 2. jul 2021., Herceg Novi, 85-92.*
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Đorđević, V., Randelović, P., Čeran, M., Miljaković, D. (2022a). *Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2022. godini. Zbornik radova 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 26. jun - 1. jul 2022., Herceg Novi, 65-71.*
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Stojanović, D., Đorđević, V., Randelović, P., Dozet, G. (2022b): *Sadržaj i prinos proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2022. godini. Uljarstvo, vol. 53, br. 1, 5-11.*
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Đorđević, V., Vasiljević, S., Randelović, P., Čeran, M. (2023): *Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2023. godini. Zbornik radova 64. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 25. - 30. jun 2023., Herceg Novi, 45-53.*
- Miladinov, Z., Stojanović, D., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Cvijanović, M., Dozet, G. (2017). *Prinos i kvalitet novopriznatih NS sorti soje. 58. Savetovanje industrije ulja:*

-
- Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 75-82.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Dozet, G., Čeran, M., Petrović, K., Randelović, P., Cvijanović, G. (2019). Sadržaj ulja i proteina u NS sortama soje. 60. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 63-69.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Šukić, V., Đorđević, V. (2013). Soja u 2012. godini. Zbornik radova 47. Savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor, 03-09.02.2013., 79-86.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2017). Soja u 2016. godini, Zbornik referata 51. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), 22-28.01.2017., Zlatibor, 11-20.
- Randelović, P., Stojanović, D., Đukić, V., Petrović, K., Dozet, G., Vasiljević, M., Miljaković, S. (2020). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2020. godini. Zbornik radova 61. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica”, 12-17. jul 2020., Herceg Novi, Crna Gora, 47-54

INTERAKCIJA AMONIJUM NITRATA NA KVALITET ZRNA SOJE PRI JESENJOJ I PROLEĆNOJ OSNOVNOJ OBRADI ZEMLJIŠTA

Vojin Đukić^{1*}, Jegor Miladinović¹, Gordana Dozet², Zlatica Mamlić¹,
Olga Kandelinska³, Predrag Randelović¹, Dragana Latković¹

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja
za Republiku Srbiju, Novi Sad, Republika Srbija

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Republika Srbija

³Institut eksperimentalne botanike „V. F. Kuprevič”, Nacionalne akademije nauka Belorusije,
Minsk, Belorusija

IZVOD

Tokom 2020. i 2021. godine ispitivana je primena amonijum nitrata i NPK đubriva, kao i amonijum nitrata uz folijarnu primenu vodenog ekstrakta od ploda banane na prinos, sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu soje. Sve kombinacije đubriva statistički veoma značajno povećavaju prinos soje i sadržaj proteina u zrnu, dok je sadržaj ulja statistički veoma značajno smanjen.

Ključne reči: soja, amonijum nitrat, prinos, sadržaj proteina, sadržaj ulja.

INTERACTION OF AMMONIUM NITRATE ON THE QUALITY OF SOYBEAN IN AUTUMN AND SPRING ON SOIL CULTIVATION

ABSTRACT

During 2020 and 2021 ammonium nitrate was tested, ammonium nitrate and NPK fertilizers, as well as ammonium nitrate with foliar application of water extract from banana fruit was investigated on yield, protein content and oil content in soybeans. All combinations of fertilizers statistically significantly increase soybean yield and grain protein content, while oil content is statistically significantly reduced.

Key words: soybean, ammonium nitrate, yield, protein content, oil content.

UVOD

Poseban značaj u biljnoj proizvodnji zauzima azot, element čije je učešće u izgradnji organske materije veće od potrošnje bilo kog elementa mineralne ishrane (Dixon i Wheeler, 1986; Molnar, 1995). Soja je leguminozna biljka, sposobna da usvaja atmosferski azot i zahvaljujući simbiozi sa kvržičnim bakterijama prevodi ga u oblik dostupan biljkama (Abduladim i sar., 2020).

* Dr Vojin Đukić, viši naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8485, E-mail: vojcin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

Primena mineralnih đubriva u poljoprivrednoj proizvodnji dovela je do značajnih povećanja prinosa gajenih biljaka (Miladinov i sar., 2018). U proizvodnji soje teži se ostvarivanju što većih prinosa, što boljem kvalitetu zrna i stabilnoj proizvodnji, bez većih oscilacija u prostoru i vremenu (Đukić i sar., 2019). Predsetvena primena azotnog đubriva AN, kao i kombinacija upotrebe AN-a i folijarnog tretmana sa vodenim ekstraktom ploda banane povećavaju prinos zrna po jedinici površine, a najbolji efekat postignut je pri jesenjoj primeni NPK đubriva i predsetvenoj primeni azotnog đubriva AN (Đukić i sar., 2021; Đukić i sar., 2023). Folijarna primena đubriva i vodenih biljnih ekstrakata tokom vegetacije soje (početkom cvetanja), doprinosi povećanju prinosa u odnosu na kontrolu (Dozet i sar., 2017).

Osnovna obrada zemljišta je veoma bitna agrotehnička mera u proizvodnji soje, a na kvalitet i vreme izvođenja ove mere biljke soje veoma reaguju menjajući prinos i kvalitet zrna. Vreme osnovne obrade zemljišta ima veći uticaj na prinos soje u odnosu na dubinu i kvalitet same obrade (Đukić i sar., 2018). Po podacima koje iznose Адамень i sar. (2006), vreme osnovne obrade ima veliki uticaj na prinos soje, najviši prinosi ostvaruju se na parcelama gde se osnovna obrada obavlja u ranu jesen. U cilju postizanja visokih prinosa soje i visokog prinosa proteina i ulja u zrnu neophodno je osnovnu obradu zemljišta izvršiti u optimalnom agrotehničkom roku, u jesenjem periodu uz upotrebu đubriva na osnovu hemijske analize zemljišta (Mamlić, 2023). Sve agrotehničke mere koje se primenjuju u proizvodnji soje imaju za cilj ublažavanje delovanja ekstremnih uslova koji smanjuju prinos i kvalitet zrna soje (Miladinov i sar., 2019). Zimska i prolećna obrada zemljišta značajno smanjuju prinos soje, pogotovo u godinama sa nepovoljnom količinom i rasporedom padavina, smanjuju sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine (Mamlić i sar., 2023).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrdi uticaj amonijum nitrata, kao i kombinovane upotrebe amonijum nitrata sa NPK đubrivom i sa folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom od ploda banane pri jesenjoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu soje.

MATERIJAL I METODE RADA

Kako bi sagledali uticaj azotnog đubriva AN pri jesenjoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta na prinos i sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, postavljen je dvogodišnji ogled tokom 2020. i 2021. godine na privatnoj parceli u okolini Bača. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja sa kontrolnom varijantom, predsetvenom primenom azotnog đubriva AN, primenom NPK đubriva sa osnovnom obradom i predsetvenom primenom amonijum nitrata i predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom od ploda banane u fazi intenzivnog porasta biljaka soje. Istraživanja su vršena na sorti Rubin uz primenu standardne agrotehlike za proizvodnju soje. Azotno đubrivo AN primenjivano je predsetveno u količini 150 kg ha^{-1} , NPK đubrivo formulacije 8:15:15 primenjivano je pred osnovnu obradu zemljišta u količini 300 kg ha^{-1} , a folijarni tretman razređenim vodenim ekstraktom primenjivan je u fazi intenzivnog vegetativnog porasta biljaka u količini 450 litara po hektaru. Vodeni ekstrakt je pripreman na način da je jedan kilogram plodova banane usitnjen i preliven sa deset

litara vode, a nakon završene fermentacije vodeni ekstrakt je proceden i pre primene litar vodenog ekstrakta od banane razređivan je sa 15 litara vode.

Nakon žetve ogleđa izmerena je masa uzoraka zrna soje, vlaga i obračunat je prinos po hektaru sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja u zrnju soje, na osnovu čega su izračunati prinosi proteina i ulja po jedinici površine, a rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečan dvogodišnji prinos ogleđa interakcije amonijum nitrata pri jesenjoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta (tabela 1) iznosi 2697 kg ha^{-1} .

Prosečan prinos u 2020. godini (2884 kg ha^{-1}) bio je statistički veoma značajno viši u odnosu na 2021. godinu (2509 kg ha^{-1}).

Prosečan prinos ostvaren pri jesenjoj osnovnoj obradi (3009 kg ha^{-1}) statistički je veoma značajno viši u odnosu na prolećnu osnovnu obradu zemljišta (2384 kg ha^{-1}).

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je na svim varijantama gde je primenjeno đubrivo ostvaren statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (2449 kg ha^{-1}), (2944 kg ha^{-1} sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata, 2722 kg ha^{-1} sa predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom ploda banane u fazi intenzivnog porasta biljaka soje i 2671 kg ha^{-1} pri predsetvenoj primeni amonijum nitrata).

Tabela 1. Prosečan prinos zrna soje (kg ha^{-1})

Table 1. Average soybean grain yield (kg ha^{-1})

Godina Year A	Oranje Tillage B	Đubrenje Fertilization C				Prosek Average AB	Prosek Average A
		Kontrola	NPK+AN	AN	AN+ Folijarno		
2020	Jesen	2867	3426	3204	3244	3185	2884
	Proleće	2408	2725	2591	2610	2584	
	Prosek Average AC	2638	3076	2898	2927		
2021	Jesen	2605	3144	2767	2816	2833	2509
	Proleće	1914	2482	2122	2219	2184	
	Prosek Average AC	2260	2813	2445	2518		
Prosek Average BC	Jesen	2736	3285	2986	3030	Prosek Average B	3009
	Proleće	2161	2604	2357	2415		2384
Prosek Average C		2449	2944	2671	2722		-
Prosek Average 2020-2021							2697

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	178,3	129,8	142,5	158,2	175,1	186,3	198,2
5%	80,1	45,4	64,0	63,9	75,8	85,6	92,7

Posmatrajući isto vreme osnovne obrade i različite varijante đubrenja uočava se da je kod jesenje osnovne obrade na kontrolnoj varijanti ostvaren najniži prinos soje (2736 kg ha^{-1}), a kod svih varijanti primene đubriva došlo je do statistički veoma značajnog povećanja prinosa soje (2986 kg ha^{-1} pri predsetvenoj primeni amonijum nitrata, 3030 kg ha^{-1} pri primeni amonijum nitrata pre setve i folijarne aplikacije vodenim ekstraktom u toku vegetacije i 3285 kg ha^{-1} pri jesenjoj primeni NPK đubriva i predsetvenoj primeni amonijum nitrata). Kod prolećne osnovne obrade zabeleženi su niži prinosi zrna soje, najniži prinos (2161 kg ha^{-1}) ostvaren je na kontrolnoj varijanti, a kod svih varijanti primene đubriva došlo je do statistički veoma značajnog povećanja prinosa soje (2357 kg ha^{-1} pri predsetvenoj primeni amonijum nitrata, 2415 kg ha^{-1} pri primeni amonijum nitrata pre setve i folijarne aplikacije vodenim ekstraktom u toku vegetacije i 2604 kg ha^{-1} pri jesenjoj primeni NPK đubriva i predsetvenoj primeni amonijum nitrata).

Sadržaj proteina u zrnu soje prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (%)

Table 2. Average protein content (%)

Godina Year A	Oranje Tillage B	Đubrenje Fertilization C				Prosek Average AB	Prosek Average A
		Kontrola	NPK+AN	AN	AN+ Folijarno		
2020	Jesen	38,7	39,3	39,2	39,1	39,08	38,96
	Proleće	38,6	39,0	38,9	38,9	38,85	
	Prosek Average AC	38,65	39,15	39,05	39,00		
2021	Jesen	39,2	39,9	39,5	39,7	39,58	39,39
	Proleće	38,8	39,5	39,2	39,3	39,20	
	Prosek Average AC	39,00	39,70	39,35	39,50		
Prosek Average BC	Jesen	38,95	39,60	39,35	39,40	Prosek Average B	39,03
	Proleće	38,70	39,25	39,05	39,10		39,18
Prosek Average C		38,83	39,43	39,20	39,25		-
Prosek Average 2020-2021							39,18

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	0,32	0,27	0,30	0,35	0,38	0,35	0,44
5%	0,17	0,19	0,20	0,23	0,25	0,23	0,30

Prosečan sadržaj proteina u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 39,18%. U 2020. godini sadržaj proteina iznosio je 38,96%, što je statistički veoma značajno niža vrednost u odnosu na 2021. godinu (39,39%).

Posmatrano po vremenu osnovne obrade uočavamo da je najviši sadržaj proteina ostvaren pri prolećnoj osnovnoj obradi (39,18%), dok je pri jesenjoj osnovnoj obradi sadržaj proteina niži (39,03%), ali između ovih vrednosti nije bilo statistički značajnih razlika.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je najniži sadržaj proteina ostvaren na kontrolnoj varijanti ogleđa (38,83%) što je statistički veoma značajno niža vrednost u odnosu na varijante ogleđa sa primenom amonijum nitrata (39,20%), amonijum nitrata i folijarnog tretmana (39,25%) i NPK đubriva i amonijum nitrata (39,43%).

Posmatrajući isto vreme osnovne obrade i različite varijante đubrenja uočava se da je kod jesenje osnovne obrade najniži sadržaj proteina ostvaren na kontrolnoj varijanti ogleđa (38,95%), dok je kod svih varijanti ogleđa sa primenom đubriva sadržaj proteina statistički veoma značajno povećan (39,35% kod primene amonijum nitrata, 39,40% kod primene amonijum nitrata uz folijarni tretman vodenim ekstraktom od ploda banane i 39,60% pri primeni NPK đubriva u kombinaciji sa amonijum nitratom. Kod prolećne osnovne obrade najniži sadržaj proteina ostvaren je na kontrolnoj varijanti ogleđa (38,70%), dok je kod svih varijanti ogleđa sa primenom đubriva sadržaj proteina statistički veoma značajno povećan (39,05% kod primene amonijum nitrata, 39,10% kod primene amonijum nitrata uz folijarni tretman vodenim ekstraktom od ploda banane i 39,25% pri primeni NPK đubriva u kombinaciji sa amonijum nitratom).

Sadržaj ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja (%)

Table 3. Average oil content (%)

Godina Year A	Oranje Tillage B	Đubrenje Fertilization C				Prosek Average AB	Prosek Average A
		Kontrola	NPK+AN	AN	AN+ Folijarno		
2020	Jesen	21,1	20,5	20,6	20,7	20,73	20,64
	Proleće	21,0	20,3	20,5	20,4		
	Prosek Average AC	21,05	20,40	20,55	20,55		
2021	Jesen	20,5	19,8	20,2	20,2	20,18	20,04
	Proleće	20,2	19,5	20,1	19,8		
	Prosek Average AC	20,35	19,65	20,15	20,00		
Prosek Average BC	Jesen	20,80	20,15	20,40	20,45	Prosek Average B	20,45
	Proleće	20,60	19,90	20,30	20,10		
Prosek Average C		20,70	20,03	20,35	20,28		-
Prosek Average 2020-2021							20,34

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	0,21	0,19	0,20	0,25	0,27	0,23	0,30
5%	0,11	0,10	0,11	0,14	0,16	0,12	0,19

Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje u ogleđu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 20,34%. U 2020. godini sadržaj ulja iznosio je 20,64%, što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na 2021. godinu (20,04%).

Posmatrano po vremenu osnovne obrade uočavamo da je najviši sadržaj ulja ostvaren pri jesenjoj osnovnoj obradi (20,45%), dok je pri prolećnoj osnovnoj obradi (20,23%) sadržaj ulja u zrnu bio statistički veoma značajno niži.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je najviši sadržaj ulja ostvaren na kontrolnoj varijanti ogleđa (20,70%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na ostale varijante ogleđa (20,03% kod primene NPK đubriva i amonijum nitrata, 20,28% kod primene amonijum nitrata i vodenog ekstrakta od ploda banane i 20,35% kod primene amonijum nitrata). Posmatrajući isto vreme osnovne obrade i različite varijante đubrenja uočava se da je kod jesenje osnovne obrade na kontrolnoj varijanti ostvaren najviši sadržaj ulja u zrnu soje (20,80%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na varijante sa primenom NPK đubriva i amonijum nitrata (20,15%), amonijum nitrata (20,40%) i u odnosu na primenu amonijum nitrata i vodenog ekstrakta od ploda banane (20,45%). Kod prolećne osnovne obrade na kontrolnoj varijanti je ostvaren najviši sadržaj ulja u zrnu (20,60%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na varijante sa primenom NPK đubriva i amonijum nitrata (19,90%), amonijum nitrata i vodenog ekstrakta od ploda banane (20,10%) i amonijum nitrata (20,30%).

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Najveći prinos zrna soje ostvaren je pri jesenjoj osnovnoj obradi zemljišta i kod primene NPK đubriva u kombinaciji sa amonijum nitratom, mada je statistički veoma značajno povećanje prinosa evidentirano i kod primene amonijum nitrata uz folijarni tretman vodenim ekstraktom od ploda banane, kao i kod primene amonijum nitrata.

Primena đubriva statistički veoma značajno povećava sadržaj proteina u zrnu soje, a najveće vrednosti ostvarene su na varijanti sa primenom NPK đubriva i amonijum nitrata uz jesenju osnovnu obradu zemljišta.

Primena đubriva smanjuje sadržaj ulja u zrnu soje, a najveći sadržaj ostvaren je na varijanti ogleđa bez primene đubriva uz jesenju osnovnu obradu zemljišta.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, definisanih ugovorima br. 451-03-47/2023-01/200009 i 451-03-47/2023-01/200032 od 03.02.2023. godine.

LITERATURA

- Abduladim, E., Cvijanović, G., Đurić, N., Đukić, V., Dozet, G., Cvijanović, M., Miladinov, Z. (2020): Uticaj NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama na sadržaj i prinos ulja soje. Zbornik radova 61. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 12-17. jul 2020., Herceg Novi, 55-62.
- Адамень, Ф.Ф., Вергунов, В.А., Лазер, П.Н., Вергунова, И.Н. (2006): Агробиологические особенности возделывания сои в Украине, Аграрна наука, Киев, 455.
- Dixon, D.O.R. and Wheeler, C.T. (1986): Nitrogen fixation in plants. Published in the USA by Chapman and Hall. NY.
- Dozet, G., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đurić, N., Miladinov, Z., Vasin, J., Jakšić, S. (2017): Uticaj primene vodenih ekstrakata na prinos u organskoj proizvodnji soje. Zbornik radova 1, XII savetovanje o biotehnologiji sa

- međunarodnim učešćem, Čačak, 10-11. mart, 2017., 81-86.
- Đukić, V., Miladinov, Zlatica, Dozet, Gordana, Cvijanović, Marija, Marinković, Jelena, Cvijanović, Gorica, Tatić M. (2018): Uticaj vremena osnovne obrade zemljišta na masu 1000 zrna soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 24, br. 1-2, 93-99.
- Đukić, V., Miladinović, J., Balešević-Tubić, Svetlana, Miladinov, Zlatica, Dozet, Gordana, Petrović, Kristina, Čeran, Marina (2019): Efekat folijarnih tretmana na prinos soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 25, br. 1-2, 165-172.
- Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., Jovanović Todorović Marijana, Cvijanović, V. (2021): Prinos soje u zavisnosti od vremena primene NPK đubriva. Zbornik radova, XXVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 12-13. mart, 2021., str. 43-48.
- Đukić, V., Nuri Akrim, H., Dozet, G., Miladinović, J., Latković, D., Mamlić, Z., Kandelinska, O. (2023): Uticaj amonijum nitrata na kvalitet zrna soje. Zbornik radova 64. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 25-30. jun 2023., Herceg Novi, 93-99.
- Mamlić, Z., Saleh Ali Abdalnabi, N., Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Đurić, N., Uhlarik, A. (2023): Interakcija vremena osnovne obrade i dubrenja na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. Zbornik radova 64. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 25-30. jun 2023., Herceg Novi, 85-91.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, 73-78.
- Miladinov, Zlatica, Dozet, Gordana, Đukić, V., Balešević-Tubić, Svetlana, Ilić, A., Čobanović, L., Đorđević, V. (2019): Povećanje prinosa soje međurednom kultivacijom useva. Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 25, br. 1-2, 157-164.
- Molnar, I. (1995): Opšte ratarstvo, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad: 303, 350-353.

REAKCIJA SOJE NA PRIMENU NPK ĐUBRIVA

Gordana Dozet^{1*}, Vojin Đukić², Jegor Miladinović², Zlatica Mamlić²,
Gorica Cvijanović³, Marija Bajagić³, Vojin Cvijanović⁴

¹Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Republika Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja
za Republiku Srbiju, Novi Sad, Republika Srbija

³Univerzitet u Bijeljini, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

⁴Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Republika Srbija

IZVOD

Primena đubriva uslov je ostvarivanju visoke i stabilne, ekonomski opravdane proizvodnje soje. Samostalna primena NPK đubriva, kao i kombinovana primena NPK đubriva sa amonijum nitratom ili folijarnim tretmanom doprinosi povećanju prinosa soje, povećanju sadržaja proteina u zrnu, kao i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, a kombinacija NPK đubriva, amonijum nitrata i folijarni tretman biljaka daje najbolje efekte.

Ključne reči: đubrivo, amonijum nitrat, folijarni tretman, prinos, sadržaj proteina i ulja.

SOYBEAN REACTION TO THE APPLICATION OF NPK FERTILIZERS

ABSTRACT

The use of fertilizers is a condition for achieving high and stable, economically justified soybean production. NPK fertilizer application alone, as well as combined application of NPK fertilizer with ammonium nitrate or foliar treatment contributes to soybean yield enhancement, the increase of grain protein content, as well as protein and oil yield per area unit, and the combination of NPK fertilizers, ammonium nitrate and plant foliar treatment gives the best effects.

Key words: NPK fertilizer, ammonium nitrate, foliar treatment, yield, protein and oil content.

UVOD

Fizičke osobine i kvalitet zemljišta, kvalitet i vreme osnovne obrade i predsetvene pripreme zemljišta, primena agrotehničkih mera tokom vegetacionog perioda, primena organskih i mineralnih đubriva, meteorološki uslovi u periodu vegetacije, a naročito pojava i dužina trajanja suše, kao i ostali stresni uslovi imaju veoma izražen uticaj na visinu ostvarenog prinosa

* Dr Gordana Dozet, redovni profesor
Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Republika Srbija
Tel. +381 65 234 0065, E-mail: gdozet@gmail.com

(Dozet i sar., 2019). Primena đubriva treba da se zasniva na principu kontrole plodnosti zemljišta, odnosno održavanju ili poboljšanju plodnosti zemljišta u cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa (Đukić i Dozet, 2014). Intenzivna biljna proizvodnja podrazumeva niz mera koje je neophodno preduzeti kako bi se ostvarili maksimalni prinosi po jedinici površine (Randelović i sar., 2018). Ukupna količina, kao i količina rezidualnog azota u proleće je promenljiva i zavisi od plodnosti zemljišta, količine zaoranih žetvenih ostataka i organske materije u zemljištu, preduseva i ostvarenog prinosa, osnovnog đubrenja i prihrane useva i klimatskih faktora, što znači da je specifična za svaku parcelu (Đukić i sar., 2017). Unošenje makro i mikroelemenata u zemljište sa osnovnom obradom, na osnovu analize zemljišta i poznavanja potreba biljaka za hranivima osnovni je uslov za ostvarenje visokih prinosa poljoprivrednih proizvoda (Đukić i sar., 2019), a kvalitet zrna soje pod direktnim je uticajem hraniva dostupnih biljkama (Miladinov i sar., 2018). Primena NPK đubriva povećava prinos soje po jedinici površine, sadržaj proteina u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine (Dozet i sar., 2023). Vodeni ekstrakti biljnog materijala sve se više koriste u proizvodnji biljaka, cvečarstvu, povrtarstvu, ali i u ratarstvu, kako u organskoj, tako i u konvencionalnoj proizvodnji (Đukić i sar., 2021). Folijarna primena vodenog ekstrakta od ploda banane povećava prinos soje i sadržaj proteina u zrnu (Mamlić i sar., 2022). Upotreba vodenih biljnih ekstrakata smanjuje zagađenje zemljišta, vazduha i životne sredine uz dobijanje zdravstveno bezbedne hrane, bez smanjenja visine i kvaliteta prinosa (Dozet i sar., 2017). Folijarna prihrana biljaka soje povećava prinos soje, naročito u nepovoljnim godinama sa izraženim sušnim periodom, ali i u povoljnim godinama za proizvodnju soje (Randelović i sar., 2019), a biljni ekstrakti su proizvodi koji mogu biti značajan izvor raznih elemenata (Dozet i sar., 2019b). Oscilacije prinosa u pojedinim godinama potvrđuju da vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Đukić, 2009; Dozet, 2009). Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa soje neophodna je pravilna i pravovremena primena agrotehničkih mera (Dozet i sar., 2013).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrdi uticaj primene NPK đubriva, kao i kombinacija NPK đubriva sa AN-om, sa folijarnom primenom ekstrakta ploda banane i uticaj primene sva tri đubriva na prinos, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju proučavanja reakcije soje na primenu NPK đubriva, kombinacije NPK đubriva sa amonijum nitratom ili folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom banane, kao i primenu NPK đubriva sa amonijum nitratom i folijarnim tretmanom sa vodenim ekstraktom banane postavljen je dvogodišnji ogled na proizvodnoj parceli u blizini Bača. Analiziran je uticaj primene đubriva na prinos zrna soje, sadržaj proteina i ulja u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine. Za ogled je odabrana srednje kasna sorta soje Rubin, ogled je postavljen u četiri ponavljanja, sa veličinom osnovne parcele od 15 m², a varijante ogleda su bile: kontrola, jesenja primena NPK đubriva, jesenja primena NPK đubriva i predsetvena primena amonijum nitrata, jesenja primena NPK đubriva i primena vodenog ekstrakta ploda banane u toku vegetacije soje i varijanta sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom ploda banane u fazi intenzivnog

rasta biljaka soje. NPK đubrivo formulacije 8:15:15 primenjeno je u količini od 300 kg ha^{-1} , količina azotnog đubriva AN 150 kg ha^{-1} i količina vodenog ekstrakta od 3 kg zrelih plodova banane, odnosno 30 L ha^{-1} vodenog ekstrakta ploda banane prilikom tretmana razređenog sa vodom u odnosu 1:15. Vodeni ekstrakt ploda banane pripremljen je od jednog kilograma ploda banane koji su usitnjeni, stavljeni u bure i preliveni sa deset litara kišnice. Uz svakodnevno mešanje materijal je fermentisao i nakon završenog procesa (20 dana) ekstrakt od ploda banane proceden je kroz gusto sito, a potom i kroz gazu. Pri gajenju soje primenjene su standardne agrotehničke mere, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva, izmerena masa zrna soje, vlaga i obračunat prinos po hektaru sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, na osnovu čega su izračunati prinosi proteina i ulja po hektaru. Rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Posmatrajući prinos soje po godinama (tabela 1), uočavaju se statistički veoma značajne razlike između pojedinih godina (3294 kg ha^{-1} u 2020. godini i 2605 kg ha^{-1} u 2021. godini).

Posmatrajući prosečne prinose soje po varijantama đubrenja uočava se da je najviši prinos ostvaren pri jesenjoj primeni NPK đubriva uz predsetvenu primenu amonijum nitrata i uz folijarni tretman vodenim ekstraktom od ploda banane u fazi intenzivnog porasta biljaka (3382 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (2736 kg ha^{-1}) i varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva (3108 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos u odnosu na varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenu primenu amonijum nitrata (3285 kg ha^{-1}) i varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom ploda banane u vegetativnoj fazi rasta biljaka (3279 kg ha^{-1}).

Tabela 1. Prosečan prinos zrna soje (kg ha^{-1})
Table 1. Average soybean grain yield (kg ha^{-1})

Đubriva Fertilizers (B)	Godina Year (A)		Prosek B: Average B:	
	2020	2021		
Kontrola	2867	2605	2736	
NPK	3280	2935	3108	
NPK+AN	3426	3144	3285	
NPK+folijarno	3407	3150	3279	
NPK+AN+folijarno	3491	3272	3382	
Prosek A: Average A:	3294	3021	3158	
LSD	A	B	A×B	B×A
1%	183,5	138,6	162,1	146,1
5%	85,2	52,2	67,9	60,9

Na varijantama sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom ploda banane u vegetativnoj fazi rasta biljaka i sa jesenjom primenom NPK đubriva

i predsetvenom primenom amonijum nitrata ostvareni su statistički veoma značajno viši prinosi u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa i varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva, dok je na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva ostvaren statistički veoma značajno viši prinos zrna soje u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa.

Posmatrajući prinose u istim godinama, a po različitim varijantama đubrenja uočava se da je u 2020. godini najviši prinos ostvaren na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnom primenom vodenog ekstrakta od ploda banane u vegetativnoj fazi razvoja biljaka soje (3491 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (2867 kg ha^{-1}) i varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva (3280 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i folijarnu primenu vodenog ekstrakta od ploda banane (3407 kg ha^{-1}). Ostvareni prinos na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata (3426 kg ha^{-1}) i na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom u vegetativnoj fazi razvoja soje statistički je veoma značajno viši u odnosu na prinos na kontrolnoj varijanti ogleđa i statistički značajno viši u odnosu na varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva, dok je prinos ostvaren na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva statistički veoma značajno viši u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa. U 2021. godini najviši prinos ostvaren je na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnom primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (3272 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (2605 kg ha^{-1}) i varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva (2935 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i predsetvenu primenu amonijum nitrata (3144 kg ha^{-1}) i u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i folijarnu primenu vodenog ekstrakta od ploda banane (3279 kg ha^{-1}). Ostvareni prinos na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata i na varijanti ogleđa sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom u vegetativnoj fazi razvoja soje statistički je veoma značajno viši u odnosu na prinos na kontrolnoj varijanti ogleđa i na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva, dok je prinos ostvaren na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva statistički veoma značajno viši u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa. Prosečan sadržaj proteina i ulja u zrnju soje pri različitim varijantama đubrenja prikazan je u tabeli 2.

Posmatrajući prosečan sadržaj proteina u zrnju soje po godinama (tabela 2), uočavaju se statistički veoma značajne razlike između pojedinih godina (39,7% u 2021. godini i 39,1% u 2020. godini).

Posmatrajući prosečni sadržaj proteina po varijantama đubrenja uočava se da je najviša vrednost ostvarena pri jesenjoj primeni NPK đubriva uz predsetvenu primenu amonijum nitrata i uz folijarni tretman vodenim ekstraktom od ploda banane u fazi intenzivnog porasta biljaka (39,7%), što je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (39,0%) i varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva (39,4%) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom ploda banane u vegetativnoj fazi rasta biljaka (39,5%). Na varijantama sa jesenjom primenom NPK đubriva uz predsetvenu primenu amonijum nitrata

ostvaren je statistički veoma značajno viši sadržaj proteina (39,6%) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda i statistički značajno viši sadržaj proteina u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva. Statistički veoma značajno viši sadržaj proteina zabeležen je i na varijantama ogleda sa jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom u toku vegetacije, kao i na varijanti ogleda sa jesenjom primenom NPK đubriva u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda.

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (%) i prosečan sadržaj ulja (%)

Table 2. Average protein content (%), and average oil content (%)

Đubriva Fertilizers (B)	Sadržaj proteina (%) Protein content (%)			Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		
	Godina Year (A)		Prosek B: Average B:	Godina Year (A)		Prosek B: Average B:
	2020	2021		2020	2021	
Kontrola	38,7	39,2	39,0	21,1	21,1	21,1
NPK	38,9	39,8	39,4	20,9	20,6	20,8
NPK+AN	39,3	39,9	39,6	20,5	20,5	20,5
NPK+folijarno	39,2	39,7	39,5	20,5	20,3	20,4
NPK+AN+folijarno	39,5	39,9	39,7	20,4	20,3	20,4
Prosek A: Average A:	39,1	39,7	39,4	20,7	20,6	20,6
LSD proteini	A		B	A×B		B×A
1%	0,31		0,26	0,37		0,33
5%	0,16		0,19	0,27		0,23
LSD ulje	A		B	A×B		B×A
1%	0,24		0,18	0,26		0,25
5%	0,13		0,14	0,20		0,17

Posmatrajući prosečan sadržaj ulja u zrnu soje po godinama (tabela 2), uočava se izostanak statistički značajnih razlika između pojedinih godina (20,7% u 2020. godini i 20,6% u 2021. godini). Najviši sadržaj ulja ostvaren je na kontrolnoj varijanti ogleda (21,1%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na ostale varijante đubrenja (20,8% pri jesenjoj primeni NPK đubriva, 20,5% pri jesenjoj primeni NPK đubriva i predsetvenoj primeni amonijum nitrata i 20,4% pri jesenjoj primeni NPK đubriva i folijarnim tretmanom tokom vegetacije i jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom biljaka soje u vegetativnim fazama razvoja). Statistički veoma značajno viši sadržaj ulja u zrnu soje ostvaren je i na varijanti ogleda sa jesenjom primenom NPK đubriva u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva uz predsetvenu primenu amonijum nitrata, jesenju primenu NPK đubriva uz folijarni tretman u toku vegetacije i u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva uz predsetvenu primenu amonijum nitrata i folijarni tretman u toku vegetacije.

Prosečan prinos proteina po jedinici površine po godinama (tabela 3) je iznosio 1289 kg ha^{-1} u 2020. godini i 1199 kg ha^{-1} u 2021. godini, a između ovih vrednosti postoje statistički veoma značajne razlike.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je prinos proteina najviši na varijanti đubrenja sa jesenjom primenom NPK đubriva uz predsetvenu primenu amonijum nitrata i folijarnim tretmanom tokom vegetacionog perioda (1342 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (1066 kg ha^{-1}) i varijantu sa jesenjom primenom NPK đubriva (1223 kg ha^{-1}) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva i folijarni tretman tokom vegetacije (1293 kg ha^{-1}). Prinos proteina na varijantama sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata (1301 kg ha^{-1}) i jesenjom primenom NPK đubriva i folijarnim tretmanom tokom vegetacionog perioda (1293 kg ha^{-1}) statistički je veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa i statistički značajno viša vrednost u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva. Statistički veoma značajno viši prinos proteina ostvaren je i na varijanti sa jesenjom primenom NPK đubriva u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa.

Tabela 3. Prosečan prinos proteina (kg ha^{-1}) i prosečan prinos ulja (kg ha^{-1})

Table 3. Average protein yield (kg ha^{-1}) and average oil yield (kg ha^{-1})

Đubriva Fertilizers (B)	Prinos proteina (kg ha^{-1}) Protein yield (kg ha^{-1})			Prinos ulja (kg ha^{-1}) Oil yield (kg ha^{-1})		
	Godina Year (A)		Prosek B: Average B:	Godina Year (A)		Prosek B: Average B:
	2020	2021		2020	2021	
Kontrola	1110	1021	1066	605	550	577
NPK	1276	1168	1223	686	605	645
NPK+AN	1346	1254	1301	702	645	673
NPK+folijarno	1336	1251	1293	698	639	669
NPK+AN+folijarno	1379	1306	1342	712	664	688
Prosek A: Average A:	1289	1199	1244	681	621	651
LSD proteini	A	B	A×B	B×A		
1%	84,7	78,3	83,1	79,8		
5%	52,2	49,0	50,8	50,2		
LSD ulje	A	B	A×B	B×A		
1%	50,6	48,8	50,2	49,1		
5%	28,4	26,7	28,1	27,4		

Posmatrano po godinama uočava se da je prosečan prinos ulja po jedinici površine u 2020. godini (681 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viši u odnosu na 2021. godinu (621 kg ha^{-1}). Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je prinos ulja na varijantama sa jesenjom primenom NPK đubriva, predsetvenom primenom amonijum nitrata i folijarnim tretmanom u toku vegetacije (688 kg ha^{-1}) i sa jesenjom primenom NPK đubriva i predsetvenom primenom amonijum nitrata (673 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viši u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (577 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši prinos u odnosu na jesenju primenu NPK đubriva (645 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno viši prinos ulja po jedinici površine u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa ostvaren je i na varijantama sa jesenjom primenom NPK đubriva i

folijarnim tretmanom u vegetativnim fazama rasta (669 kg ha^{-1}) i sa jesenjom primenom NPK đubriva. Na visinu i stabilnost prinosa u proizvodnji soje, kao i na kvalitet semena može se uticati pravilnim izborom sorti, odnosno optimalnom zastupljenošću različitih grupa zrenja u proizvodnji soje (Đukić i sar., 2011).

ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Godina gajenja sa svojim specifičnostima imala je statistički veoma značajan uticaj na prinos soje, sadržaj proteina u zrnu, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

Sve varijante đubrenja u ovom ogledu doprinele su povećanju prinosa, sadržaja proteina i prinosa proteina i ulja po jedinici površine, dok je sadržaj ulja najviši na kontrolnoj varijanti ogleda, a primenom đubriva sadržaj ulja se smanjivao.

Najviši prinos zrna, sadržaj proteina, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine ostvaren je pri jesenjoj primeni NPK đubriva uz predsetvenu primenu NPK đubriva i folijarni tretman u vegetativnim fazama razvoja soje.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, definisanih ugovorima br. 451-03-47/2023-01/200009 i 451-03-47/2023-01/200032 od 03.02.2023. godine.

LITERATURA

- Dozet G., Đukić V., Balešević-Tubić S., Đurić N., Miladinov Z., Vasin J., Jakšić S. (2017): Uticaj primene vodenih ekstrakata na prinos u organskoj proizvodnji soje. Zbornik radova 1, XXII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 10-11. mart, 2017., 81-86.
- Dozet, G. (2009): Uticaj đubrenja predkulture azotom i primena Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija, Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.
- Dozet, G., Alsuwayah, S., Đukić, V., Mamlić, Z., Cvijanović, G., Bajagić, M., Cvijanović, V. (2023): Uticaj primene NPK đubriva na kvalitet zrna soje. Zbornik radova 64. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 25-30. jun 2023., Herceg Novi, 77-83.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Chapter 1 from the Book - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI Global Book USA, pp. 1-22.
- Dozet, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Cvijanović, M., Kolić, R., Ugrenović, V. (2019b): Uticaj Vital tricha i vodenog ekstrakta koprive na neke morfološke osobine soje. Zbornik radova 1, XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16. mart, 2019., 69-74.
- Dozet, G., Đurić, N., Cvijanović, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Miladinov, Z., Vasiljević, M. (2019): Uticaj broja biljaka po jedinici površine na neke morfološke osobine soje. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja - Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine”. 18. oktobar 2019., Bačka Topola, 121-128.
- Đukić, V. (2009): Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, poljoprivredni fakultet Zemun, 1-127.
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011): Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od

- uslova godine. *Rat Pov/Field Veg Crop Res.* 48(1), 137-142.
- Đukić, V., Dozet, G. (2014): Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., red.): *Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, 53-114.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Marinković, J., Cvijanović, G., Tatić M. (2018): Uticaj vremena osnovne obrade zemljišta na masu 1000 zrna soje, *Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik*, Beograd, vol. 24 br. 1-2, 93-99.
- Đukić, V., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Miladinov, Z., Dozet, G., Petrović, K., Čeran, M. (2019): Efekat folijarnih tretmana na prinos soje, *Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik*, Beograd, vol. 25, br. 1-2, 165-172.
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Kandelinskaja, O., Miljaković, D. (2021): Uticaj vodenog ekstrakta banane i koprive sa gavezom na prinos soje. *Zbornik radova Nacionalnog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja”*, 15. decembar 2021., Smederevska Palanka, 285-292.
- Mamlić, Z., Abduladim, A., Đukić, V., Bajagić, M., Miladinović, J., Dozet, G., Cvijanović, G. (2022): Uticaj primene vodenih ekstrakata na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. *Zbornik radova 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem*, 26. jun - 1. jul 2022., Herceg Novi, 89-96.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, *Zbornik radova 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”*, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, Crna Gora, 73-78.
- Randelović, P., Đukić, V., Dozet, G., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2019): Povećanje prinosa soje folijarnom prihranom biljaka. *Zbornik radova Nacionalnog naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja - Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine”*, 18. oktobar, 2019., Bačka Topola, 55-62.
- Randelović, P., Đukić, V., Miladinov, Z., Valan, D., Čobanović, L., Ilić, A., Merkulov-Popadić, L. (2018): Uticaj folijarne prihrane na prinos i masu 1000 zrna soje. *Zbornik radova 1. Domaćeg naučno-stručnog skupa „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji - stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse”*, Bačka Topola, 26. oktobar 2018., 211-217.

UZAJAMNI ODNOS ĐUBRENJA I VREMENA OSNOVNE OBRADE NA PRINOS I KVALITET ZRNA SOJE

Zlatica Mamlić^{1*}, Gordana Dozet², Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹,
Marina Čeran¹, Nenad Đurić³, Ana Uhlarik¹

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja
za Republiku Srbiju, Novi Sad, Republika Srbija

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Republika Srbija

³Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka, Republika Srbija

IZVOD

Kvalitetna i pravovremena osnovna obrada zemljišta uz dobru obezbeđenost hranivima je uslov za normalan razvoj biljaka soje i ostvarenje visokih prinosa. Jesenja osnovna obrada doprinosi ostvarenju visokih prinosa soje, dok se sa kasnijom obradom prinos smanjuje. NPK đubriva, amonijum nitrat i folijarna primena vodenog ekstrakta od ploda banane povećava prinos soje, prinos proteina i ulja, a najbolji efekat ostvaren je upotrebom NPK đubriva.

Ključne reči: soja, osnovna obrada, NPK đubrivo, amonijum nitrat, folijarni tretman, prinos, sadržaj proteina i ulja.

MUTUAL RELATIONSHIP OF FERTILIZATION AND THE TIME OF BASIC PROCESSING ON THE YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN

ABSTRACT

Quality and timely primary soil tillage along with good nutrient supply is a requirement for normal soybean plant development and high yield realization. Autumnal primary tillage contributes to the achievement of high soybean yields, while later cultivation decreases the yield. NPK fertilizers, ammonium nitrate and foliar aqueous banana fruit extract application increases soybean yield, protein and oil yield, and the best effect is achieved by applying NPK fertilizer.

Key words: primary tillage, NPK fertilizer, ammonium nitrate, foliar treatment, yield, protein and oil content.

* Dr Zlatica Mamlić, naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8485, E-mail: zlatica.mamlic@ifvcns.ns.ac.rs

UVOD

Soja je mahunarka sposobna da većinu svojih potreba za azotom podmiri usvajanjem elementarnog azota iz vazduha, bogata je proteinima i ova biljna vrsta ima ekspanziju gajenja na svetskom nivou. Soja se koristi za ljudsku ishranu, ishranu životinja i jedna je od najznačajnijih industrijskih biljaka od koje se dobija više od 20000 raznih proizvoda. (Давыденко i sar., 2004). Prinos i kvalitet soje veoma varira zavisno od klimatskih i zemljišnih uslova u pojedinim godinama i pojedinim regionima gajenja soje (Miladinović i sar., 2013). Količina i raspored padavina, temperaturni uslovi tokom vegetacionog perioda, vreme pojave, trajanje kao i intenzitet suše, značajno određuju visinu prinosa (Đukić i sar., 2011). Kvalitetnom osnovnom obradom obezbeđuje se povoljan vodno-vazdušni i toplotni režim zemljišta, veće rezerve zimske vlage, unošenje i razlaganje zaoranih žetvenih ostataka, kao i dobra struktura zemljišta. Takođe, uništavaju se korovi i štetočine, čime se stvaraju preduslovi za uspešnu proizvodnju soje (Đukić i sar., 2018). Duboka osnovna obrada omogućava ne samo bolje ukorenjavanje i prodiranje korenovog sistema u dublje slojeve zemljišta, već i bolje usvajanje mineralnih materija i veću aktivnost kvržica na korenu soje (Đukić i Dozet, 2014). Unošenje makro i mikroelemenata u zemljište sa osnovnom obradom, na osnovu analize zemljišta i poznavanja potreba biljaka za hranivima osnovni je uslov za ostvarenje visokih prinosa poljoprivrednih proizvoda (Đukić i sar., 2019). U cilju povećanja prinosa i kvaliteta proizvoda sve više se primenjuju folijarni tretmani jer su folijarna đubriva bogata različitim hranivima i aktivnim materijama, sadrže lako usvojive elemente, a efikasnost folijarnih đubriva zavisi od količine hraniva u zemljištu i potrebe biljaka za pojedinim elementima, kao i stanju useva i vremenu primene (Miladinov i sar., 2018). Primena vodenog ekstrakta od ploda banana povećava prinos soje i sadržaj proteina u zrnu, smanjuje sadržaj ulja u zrnu, ali zahvaljujući povećanju prinosa zrna povećava prinos i proteina i ulja po jedinici površine (Mamlić i sar., 2022). Primena NPK đubriva ispoljila je najbolji efekat na povećanje prinosa soje (13,96%), sadržaj proteina povećan je za 0,77%, sadržaj ulja smanjen je za 1,84%, dok je prinos proteina povećan za 14,94%, a prinos ulja za 11,94% (Mamlić i sar., 2023).

Agrotehničke mere ne mogu anulirati ekstremne uslove u proizvodnji, ali njihovom pravilnom i pravovremenom primenom mogu se smanjiti oscilacije u visini ostvarenog prinosa soje (Miladinov i sar., 2019). Najviši prinosi zabeleženi su primenom NPK đubriva u jesenjem periodu, pre osnovne obrade zemljišta i predsetvenom primenom amonijum nitrata (Đukić i sar., 2021).

Cilj ovih istraživanja bio je da se utvrdi uticaj interakcije vremena osnovne obrade zemljišta i đubrenja soje NPK đubrivom, amonijum nitratom i folijarnom aplikacijom vodenog ekstrakta od ploda banane na prinos, sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu soje.

MATERIJAL I METODE RADA

U cilju sagledavanja uzajamnog uticaja primene NPK đubriva sa osnovnom obradom zemljišta, predsetvene upotrebe azotnog đubriva AN i folijarne primene vodenog ekstrakta od ploda banane pri jesenjoj, zimskoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta na prinos, sadržaj proteina i

ulja u zrnu soje, kao i prinos proteina i ulja po jedinici površine, postavljen je dvogodišnji ogled na privatnoj parceli u okolini Bača. Ogled je izveden tokom 2020. i 2021. godine, sa sortom soje Rubin. Podparcele su bile jesenja, zimska i prolećna osnovna obrada zemljišta, a varijante ogleda kontrola bez đubrenja, folijarna primena razređenog vodenog ekstrakta od banane, primena NPK đubriva i primena azotnog đubriva AN. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, a veličina osnovne parcelice bila je 15 m². NPK đubrivo formulacije 8:15:15 unošeno je u zemljište sa osnovnom obradom zemljišta u količini 300 kg ha⁻¹, azotno đubrivo AN primenjivano je pred setvenu pripremu zemljišta u količini 150 kg ha⁻¹ a vodeni ekstrakt banane primenjivan je u fazi intenzivnog porasta biljaka soje u količini 450 L ha⁻¹. Vodeni ekstrakt ploda banane pripremljen je fermentacijom jednog kilograma zrelih plodova banane koji su usitnjeni, preliveni sa deset litara kišnice i ostavljeni 20 dana uz svakodnevno mešanje. Nakon 20 dana ekstrakt od ploda banane proceden je kroz sito i gazu, a pre folijarne primene vodeni ekstrakt je razređivan sa vodom u razmeri 1:15. Za proizvodnju soje primenjena je standardna agrotehnika, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva, merenje mase uzoraka zrna, vlage zrna i obračunat je prinos po hektaru sa 14% vlage. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja, na osnovu čega su izračunati prinosi proteina i ulja po hektaru. Rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati uzajamnog odnosa đubrenja soje i vremena osnovne obrade zemljišta u pogledu prinosa prikazani su u tabeli 1.

Prosečan prinos soje u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 2662 kg ha⁻¹. U 2020. godini prinos soje je bio 2853 kg ha⁻¹, što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinos ostvaren u 2021. godini (2471 kg ha⁻¹).

Posmatrano po vremenu osnovne obrade uočavamo da je najviši prinos ostvaren pri jesenjoj osnovnoj obradi (2955 kg ha⁻¹), dok se kod kasnijih rokova osnovne obrade prinos smanjivao (2703 kg ha⁻¹ pri zimskoj osnovnoj obradi i 2329 kg ha⁻¹ pri prolećnoj osnovnoj obradi), a između ovih vrednosti postojale su statistički veoma značajne razlike.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je najniži prinos zrna soje ostvaren na kontrolnoj varijanti ogleda (2465 kg ha⁻¹) što je statistički veoma značajno niži prinos u odnosu na ostale varijante u ogledu (2809 kg ha⁻¹ kod primene NPK đubriva, 2701 kg ha⁻¹ kod folijarne primene vodenog ekstrakta od ploda banane i 2673 kg ha⁻¹ na varijanti ogleda sa predsetvenom primenom amonijum nitrata).

Posmatrajući isto vreme osnovne obrade i različite varijante đubrenja uočava se da kod jesenje osnovne obrade sve varijante đubrenja (primena NPK đubriva 3108 kg ha⁻¹, primena amonijum nitrata 2986 kg ha⁻¹ i folijarna upotreba vodenog ekstrakta od ploda banane 2990 kg ha⁻¹) daju statistički veoma značajno viši prinos zrna soje u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (2736 kg ha⁻¹). Kod zimske osnovne obrade statistički veoma značajno viši prinos ostvaren je primenom NPK đubriva (2863 kg ha⁻¹), folijarnim tretmanom vodenim ekstraktom ploda banane (2774 kg ha⁻¹) i primenom amonijum nitrata (2677 kg ha⁻¹) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (2498 kg ha⁻¹). Kod prolećne osnovne obrade zemljišta sve varijante đubrenja

(primena NPK đubriva 2457 kg ha^{-1} , primena amonijum nitrata (2357 kg ha^{-1}) i folijarna upotreba vodenog ekstrakta od ploda banane 2340 kg ha^{-1}) daju statistički veoma značajno viši prinos zrna soje u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (2161 kg ha^{-1}).

Tabela 1. Prosečan prinos zrna soje (kg ha^{-1})
Table 1. Average soybean grain yield (kg ha^{-1})

Godina Year A	Oranje Tillage B	Đubrenje Fertilization C				Prosek Average AB	Prosek Average A
		Kontrola	Folijarno	NPK	AN		
2020	Jesen	2867	3196	3280	3204	3137	2853
	Zima	2643	2907	3014	2905		
	Proleće	2408	2574	3646	2591		
	Prosek Average AC	2639	2892	2980	2900		
2021	Jesen	2605	2783	2935	2767	2773	2471
	Zima	2352	2641	2711	2448		
	Proleće	1914	2106	2267	2122		
	Prosek Average AC	2290	2510	2638	2446		
Prosek Average BC	Jesen	2736	2990	3108	2986	Prosek Average B	2955
	Zima	2498	2774	2863	2677		2703
	Proleće	2161	2340	2457	2357		2329
Prosek Average C		2465	2701	2809	2673		-
Prosek Average 2020-2021							2662

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	171,6	131,2	137,0	156,3	170,0	187,2	195,8
5%	74,5	46,7	61,4	62,6	72,5	86,1	90,9

Najviši prinosi ostvareni su pri jesenjoj osnovnoj obradi i upotrebi NPK đubriva (3108 kg ha^{-1} u dvogodišnjem proseku, odnosno 3280 kg ha^{-1} u 2020. godini i 2935 kg ha^{-1} u 2021. godini, a sa kašnjenjem u izvođenju ove agrotehničke mere prinos se značajno smanjuje. Prinos soje zavisi od meteoroloških uslova u godini proizvodnje (Đukić i sar., 2018a).

Sadržaj proteina u zrnu soje

Sadržaj proteina u zrnu soje prikazan je u tabeli 2.

Prosečan sadržaj proteina u ogleđu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 39,06%. U 2020. godini sadržaj proteina iznosio je 38,84%, što je statistički veoma značajno niža vrednost u odnosu na 2021. godinu (39,28%).

Posmatrano po vremenu osnovne obrade uočavamo da je najviši sadržaj proteina ostvaren pri jesenjoj osnovnoj obradi (39,20%), dok se kod kasnijih rokova osnovne obrade sadržaj proteina u zrnu smanjivao (39,08% pri zimskoj osnovnoj obradi i 38,90% pri prolećnoj osnovnoj obradi), a između ovih vrednosti postojale su statistički veoma značajne razlike.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je najniži sadržaj proteina ostvaren na kontrolnoj varijanti ogleđa (38,85%) što je statistički veoma značajno niža vrednost u odnosu

na varijante ogleđa sa primenom amonijum nitrata (39,18%) i primenom NPK đubriva (39,15%), kao i statistički značajno niža vrednost u odnosu na folijarnu primenu vodenog ekstrakta od ploda banane (39,05%).

Posmatrajući isto vreme osnovne obrade i različite varijante đubrenja uočava se da je kod jesenje osnovne obrade primenom NPK đubriva i amonijum nitrata (39,35%) ostvaren statistički veoma značajno viši sadržaj proteina u zrnju u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (38,95%), dok je kod primene vodenog ekstrakta od ploda banane zabeležen statistički značajno viši sadržaj proteina (39,15%). Kod zimske osnovne obrade statistički značajno viši sadržaj proteina ostvaren je primenom NPK đubriva i amonijum nitrata (39,15%) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (38,90%). Kod prolećne osnovne obrade zemljišta statistički značajno viši sadržaj proteina ostvaren je primenom amonijum nitrata (39,05%) i NPK đubriva (38,95%) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (38,70).

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina (%)

Table 2. Average protein content (%)

Godina Year A	Oranje Tillage B	Đubrenje Fertilization C				Prosek Average AB	Prosek Average A
		Kontrola	Folijarno	NPK	AN		
2020	Jesen	38,7	38,8	38,9	39,2	38,90	38,84
	Zima	38,6	38,8	39,1	39,0	38,98	
	Proleće	38,6	38,7	38,8	38,9	38,75	
	Prosek Average AC	38,63	38,77	38,93	39,03		
2021	Jesen	39,2	39,5	39,8	39,5	39,50	39,28
	Zima	39,2	39,4	39,2	39,3	39,28	
	Proleće	38,8	39,1	39,1	39,2	39,05	
	Prosek Average AC	39,07	39,33	39,37	39,33		
Prosek Average BC	Jesen	38,95	39,15	39,35	39,35	Prosek Average B	39,20
	Zima	38,90	39,10	39,15	39,15		39,08
	Proleće	38,70	38,90	38,95	39,05		38,90
	Prosek Average C	38,85	39,05	39,15	39,18		-
Prosek Average 2020-2021							39,06

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	0,29	0,25	0,27	0,34	0,35	0,33	0,41
5%	0,15	0,18	0,19	0,23	0,23	0,22	0,28

Najviši sadržaj proteina u zrnju soje ostvaren je pri jesenjoj osnovnoj obradi i upotrebi amonijum nitrata u dvogodišnjem proseku (39,35%), odnosno 39,2% u 2020. godini i 39,5% u 2021. godini, kao i pri jesenjoj osnovnoj obradi i upotrebi NPK đubriva (39,35%), odnosno 38,9% u 2020. godini i 39,8% u 2021. godini. Kasniji rokovi osnovne obrade zemljišta smanjuju sadržaj proteina u zrnju soje.

Sadržaj ulja u zrnu soje

Sadržaj ulja u zrnu soje prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3. Prosečan sadržaj ulja (%)**Table 3.** Average oil content (%)

Godina Year A	Oranje Tillage B	Đubrenje Fertilization C				Prosek Average AB	Prosek Average A
		Kontrola	Folijarno	NPK	AN		
2020	Jesen	21,1	20,9	20,9	20,6	20,88	
	Zima	21,1	20,8	20,6	20,6	20,78	
	Proleće	21,0	20,8	20,5	20,5	20,70	20,78
	Prosek Average AC	21,07	20,83	20,67	20,57		
2021	Jesen	20,5	20,3	20,0	20,2	20,25	
	Zima	20,3	20,2	20,1	20,0	20,15	
	Proleće	20,2	20,0	19,8	20,1	20,03	20,14
	Prosek Average AC	20,33	20,17	19,97	20,10		
Prosek Average BC	Jesen	20,80	20,60*	20,45**	20,40**	Prosek Average B	20,56
	Zima	20,70	20,50*	20,35**	20,30**		20,46
	Proleće	20,60	20,40*	20,15**	20,30**		20,36
	Prosek Average C	20,70	20,50	20,32	20,33		-
Prosek Average 2020-2021							20,46

LSD	A	B	C	A×B	A×C	B×C	A×B×C
1%	0,19	0,17	0,17	0,23	0,25	0,21	0,32
5%	0,10	0,09	0,10	0,13	0,16	0,12	0,20

Prosečan sadržaj ulja u zrnu soje u ogledu, ostvaren u dvogodišnjim istraživanjima iznosio je 20,46%. U 2020. godini sadržaj ulja iznosio je 20,78%, što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na 2021. godinu (20,14%).

Posmatrano po vremenu osnovne obrade uočavamo da je najviši sadržaj ulja ostvaren pri jesenjoj osnovnoj obradi (20,56%), dok se kod kasnijih rokova osnovne obrade sadržaj ulja u zrnu smanjivao (20,46% pri zimskoj osnovnoj obradi i 20,36% pri prolećnoj osnovnoj obradi), a između ovih vrednosti postojale su statistički značajne razlike.

Posmatrano po varijantama đubrenja uočava se da je najviši sadržaj ulja ostvaren na kontrolnoj varijanti ogleđa (20,70%) što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na ostale varijante ogleđa (20,50% kod primene vodenog ekstrakta od ploda banane, 20,33% kod primene amonijum nitrata i 20,32% kod primene NPK đubriva).

Posmatrajući isto vreme osnovne obrade i različite varijante đubrenja uočava se da je kod jesenje osnovne obrade na kontrolnoj varijanti ostvaren najviši sadržaj ulja u zrnu soje (20,80%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na varijante sa primenom NPK đubriva (20,45%) i amonijum nitrata (20,40%) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na primenu

vodenog ekstrakta od ploda banane (20,60%). Kod zimske osnovne obrade na kontrolnoj varijanti je ostvaren najviši sadržaj ulja u zrnu (20,70%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na varijante sa primenom NPK đubriva (20,35%) i amonijum nitrata (20,30%) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na primenu vodenog ekstrakta od ploda banane (20,50%). Kod prolećne osnovne obrade zemljišta statistički značajno viši sadržaj ulja ostvaren je na kontrolnoj varijanti ogleđa (20,60%), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na primenu amonijum nitrata (20,30%) i primenu NPK đubriva (20,15%), odnosno statistički značajno viša vrednost u odnosu na folijarnu primenu vodenog ekstrakta od ploda banane (20,40%).

Najviši sadržaj ulja u zrnu soje ostvaren je pri jesenjoj osnovnoj obradi na kontrolnoj varijanti ogleđa u dvogodišnjem proseku (20,80%), odnosno 21,1% u 2020. godini i 20,5% u 2021. godini. Kasniji rokovi osnovne obrade zemljišta i primena đubriva smanjuju sadržaj ulja u zrnu soje. Vremenski uslovi u pojedinim godinama imaju veoma veliki uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje (Đukić i sar., 2017).

ZAKLJUČAK

Zimska osnovna obrada zemljišta statistički veoma značajno smanjuje prinos soje i statistički značajno smanjuje sadržaj ulja u zrnu soje.

Prolećna osnovna obrada statistički veoma značajno smanjuje prinos soje, sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu.

Primena NPK đubriva i amonijum nitrata statistički veoma značajno povećavaju prinos soje i povećavaju sadržaj proteina u zrnu, dok primena NPK đubriva, amonijum nitrata i vodenog ekstrakta od ploda banane statistički veoma značajno smanjuju sadržaj ulja u zrnu soje.

U cilju postizanja visokih prinosa soje i visokog sadržaja proteina i ulja u zrnu neophodno je osnovnu obradu zemljišta izvršiti u optimalnom agrotehničkom roku, u jesenjem periodu uz upotrebu đubriva na osnovu hemijske analize zemljišta.

LITERATURA

- Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004). *Соя для умеренного климата, »Тэхналогія« Минск, Беларусь, 173.*
- Đukić, V. i Dozet, G. (2014): *Tehnologija gajenja semenskog useva soje: Svetlana Balešević-Tubić i Jegor Miladinović red.: Semenarstvo soje, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.*
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011). *Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. Ratarstvo i povrtarstvo (48) 1, 137-142.*
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Marinković, J., Cvijanović, G., Tatić M. (2018): *Uticaj vremena osnovne obrade zemljišta na masu 1000 zrna soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 24, br. 1-2, 93-99.*
- Đukić, V., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Miladinov, Z., Dozet, G., Petrović, K., Čeran, M. (2019): *Efekat folijarnih tretmana na prinos soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, vol. 25, br. 1-2, 165-172.*
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Miladinov Mamlić, Z., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, V. (2021). *Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2021. godini, Zbornik radova 62. Savetovanja industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 27. jun -2. jul 2021., Herceg Novi, 85-92.*

- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018a). Hemijski sastav zrna novih NS sorti soje. *Uljarstvo*, 49 (1), 5-10.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica. Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, 67-73.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Dozet, G., Bajagić, M., Fačara, L., Vasiljević, S. (2022): Uticaj primene vodenih ekstrakata biljnog porekla na prinos i kvalitet zrna soje. *Uljarstvo*, vol. 53, br. 1, 35-43.
- Mamlić, Z., Saleh Ali Abdulnabi, N., Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Đurić, N., Uhlarik, A. (2023): Interakcija vremena osnovne obrade I đubrenja na sadržaj proteina I ulja u zrnu soje. Zbornik radova 64. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, 25-30. jun 2023., Herceg Novi, 85-91.
- Miladinov, Z., Dozet, G., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Ilić, A., Čobanović, L., Đorđević, V. (2019): Povećanje prinosa soje međurednom kultivacijom useva. Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroeconomik, Beograd, vol. 25, br. 1-2, 157-164.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018): Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. jun 2018., Herceg Novi, 73-78.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013). Soja u 2012. godini. Zbornik radova 47. Savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor, 03.-09.02.2013., 79-86.

REOLOŠKE I SENZORSKE OSOBINE HLADNO PRESOVANIH ULJA DOSTUPNIH NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRBIJE

Ivana Nikolić, Milica Vidosavljević, Ranko Romanić, Tanja Lužaić,
Aleksandar Takači, Snežana Kravić*

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

IZVOD

Hladno presovana ulja dobijena iz različitih sirovina sve više su dostupna na tržištu Republike Srbije. Ovim radom predstavljene su senzorske i reološke osobine pojedinih hladno presovanih ulja, s obzirom da je senzorski kvalitet najčešće presudan faktor pri odabiru proizvoda od strane potrošača. Reološka analiza hladno presovanih ulja bitna je sa aspekta mogućnosti njihove primene u proizvodnji uljnih mešavina i formulaciji nutritivno obogaćenih proizvoda.

Ključne reči: hladno presovana ulja, senzorske osobine, reološke osobine, masnokiselinski sastav.

RHEOLOGY AND SENSORY PROPERTIES OF COLD PRESSED OILS AVAILABLE ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SERBIA

ABSTRACT

Cold pressed oils obtained from different raw materials are increasingly available on the market of the Republic of Serbia. This work presents the sensory profile and rheological properties of certain cold pressed oils, considering that sensory quality is deciding factor for choosing a product by consumers. The rheological analysis of cold pressed oils is important from the aspect of the possibility of their application in the production of blended oils and the formulation of nutritionally enriched products.

Key words: cold pressed oils, sensory properties, rheological properties, fatty acid composition.

UVOD

Hladno presovanje predstavlja proces kojim se ekstrahuje ulje iz različitih sirovina mehaničkim delovanjem. Ekstrakcija ulja presovanjem se ostvaruje na niskim temperaturama koje ne narušavaju prirodne karakteristike i kvalitet dobijenog ulja, pa se i proces naziva hladno presovanje. Ulja dobijena hladnim presovanjem imaju bogat nutritivni sastav, očuvanu aromu i kvalitet ulja (Chandra i sar., 2020; Romanić, 2020).

Hladno presovanje je brz, jednostavan i ekološki opravdan proces kojim se dobija proizvod bez tragova organskog rastvarača, što je osnovna prednost ovog procesa „ekstrakcije” ulja u odnosu

* Dr Ivana Nikolić, vanredni profesor
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 485 3800, E-mail: ivanikolic@uns.ac.rs

na uobičajeni proces rafinacije ulja. Još jedna velika prednost procesa hladnog presovanja je da dobijeno ulje zadržava vredne bioaktivne komponente, kao što su tokoferoli i tokotrienoli, slobodni i esterifikovani steroli, skvaleni, triterpenski alkoholi, karotenoidi, hlorofil i fosfolipidi sa oksidativnim svojstvima, koji se inače delimično uklanjaju ili uništavaju tokom procesa industrijske rafinacije. Takođe, proces ne zahteva veliku potrošnju energije, s obzirom da se ostvaruje na niskim temperaturama i pogodan je za proizvođače malog ili srednjeg kapaciteta. Nedostatak ovog procesa je svakako mali prinos ulja (Mushtaq i sar., 2020).

Na tržištu su hladno presovana ulja vrlo cenjena i uvek imaju višu tržišnu cenu nego rafinisana ulja. Na tržištu se mogu naći hladno presovana ulja iz različitih sirovina, semena, koštica, voća, jezgrastog voća, kao što su seme grožđa, maslina, repica, soja, paprika, susam, seme crnog kima, amarant, narandža, seme limuna, grejpfrut, nar, čia seme, kukuruz, suncokret, šafranjika, uljana tikva, lešnik, pistaći, orah, pekan orah, karanfilić, bobice, origano, šipak, šargarepa, korijander, kikiriki, niger, pirinčane mekinje, avokado, seme paradajza i argan (Durazzo i sar., 2022). Neophodno je da sirovina sadrži više od 15% ulja, osim u slučaju semena amaranta gde je sadržaj ulja od 4,9-8,1% (Chandra i sar., 2020).

Većina ulja dobijenih hladnim presovanjem sadrži ω -3 i ω -6 masne kiseline (Prescha i sar., 2014; Di Stefano i sar., 2021). Zahvaljujući vrednom nutritivnom sastavu hladno presovana ulja dokazano povoljno utiču na brojne zdravstvene probleme u organizmu, kao što su ishemične srčane bolesti, gojaznost, hipertenzija i druge i imaju izražena antioksidativna svojstva (Chandra i sar., 2020.)

Sveobuhvatni kvalitet, kako sa hemijskog tako i sa senzorskog aspekta, posmatranja ulja dostupnih na tržištu može biti veoma različit i obično je povezan sa načinom ekstrakcije ulja iz sirovine, što često dovodi potrošača do nedoumica tokom izbora ulja. Mnoge isparljive komponente koje ostaju u ulju dobijenom procesom hladnog presovanja zaslužne su za izraženu aromu ovih ulja u odnosu na rafinisana ulja.

U ovom radu posmatrane su reološke i senzorske osobine hladno presovanih ulja trenutno dostupnih na tržištu Republike Srbije. Deskriptivni senzorski testovi su sofisticirane tehnike senzorske analize, koje obuhvataju kvalitativni i kvantitativni opis proizvoda na osnovu procene od strane treniranog ocenjivačkog panela. Sve organoleptičke (senzorske) karakteristike ovih ulja mogu se kvantitativno izraziti zahvaljujući deskriptivnoj senzorskoj analizi, čime se stiče uvid i u opštu prihvatljivost ulja. Reološkim definisanjem ulja određuju se dalje mogućnosti primene ulja sa ciljem uključivanja u različite formulacije prehrambenih proizvoda.

MATERIJAL I METODE

U ovom radu ispitana su hladno presovana ulja trenutno dostupna na tržištu Republike Srbije. To su: hladno presovano ulje suncokreta (CPSO), hladno presovano ulje kukuruznih klica (CPCO), hladno presovano ulje semena grožđa (CPGO) i hladno presovano ulje kikirikija (CPPO) (slika 1).



Slika 1. Hladno presovana ulja

Figure 1. Cold pressed oils

Za određivanje senzorskih karakteristika hladno presovanih ulja korišćena je deskriptivna senzorska analiza, prema odgovarajućim ISO standardima koji obezbeđuju potrebne uslove za ocenu proizvoda (Cerretani i sar., 2008; Brühl i Matthäus, 2008; Bendini i sar., 2011). Senzorski parametri su osnova za pravilnu procenu kvaliteta ulja ili klasifikaciju proizvoda u komercijalne klase. Adekvatna standardizovana senzorska metoda je kvantitativna deskriptivna analiza (QDA analiza), kada su potrebne detaljne informacije o indentifikaciji i kvalifikaciji senzorskih atributa i senzorskog profila proizvoda. Primenom ove metode moguće je poređenje sličnih proizvoda, testiranje korelacija između instrumentalnih i hemijskih merenja sa senzorskim svojstvima, kao i definisanje standarda za kontrolu kvaliteta.

Uzorci su ocenjeni u adekvatnom prostoru (ISO 8589, 2007) od strane šestočlanog stručnog panela (ISO 8586-2, 2008) primenom numeričkih skala sa devet nivoa ocene za svako senzorsko svojstvo (ISO 4121, 2003). QDA analizu sprovedli su kvalifikovani ocenjivači, koji su prošli specifičnu obuku, radi dobijanja pouzdanih i doslednih rezultata.

Senzorska analiza ulja podeljena je na analize tri značajne grupe senzorskih svojstava: I grupa – izgled, II grupa – miris i ukus, III grupa – tekstura i taktilni osećaj. Izgled ulja uključuje bistrinu, svetloću, čistoću boje ulja, zastupljenost žutog, zelenog, plavog i crvenog tona. Miris i ukus određeni su organoleptički (senzorski) i predstavljaju opis i intenzitet mirisa i ukusa. Tekstura i taktilni osećaj obuhvatili su analizu svojstava: zastupljenost astringentnog osećaja (osećaj skupljanja i sušenja na površini jezika zbog tanina), zastupljenost oporosti (oštar osećaj u ustima, posebno u grlu poput gorčine), naknadnog ukusa ili „aftertejsa”, postojanost ukusa, gustinu i lepljivost (Yılmaz i sar., 2015; Tauferova i sar., 2021). Takođe je utvrđena i sveobuhvatna prihvatljivost ulja nakon analize svih senzorskih svojstava.

Pri statističkoj obradi dobijenih ocena senzorske analize primenjene su metode korelacije i višestruke regresione analize pri pragu značajnosti $p=0,05$.

Pored senzorskog profila jestivih ulja, vrlo značajni pokazatelji kvaliteta su i brojne druge fizičke i hemijske osobine, kao što su: sastav masnih kiselina, sadržaj vlage i isparljivih materija, sadržaj

nerastvorljivih nečistoća, alkalitet, kiselinski broj, sadržaj voskova i fosfolipida, liposolubilnih vitamina i mnogi drugi pokazatelji.

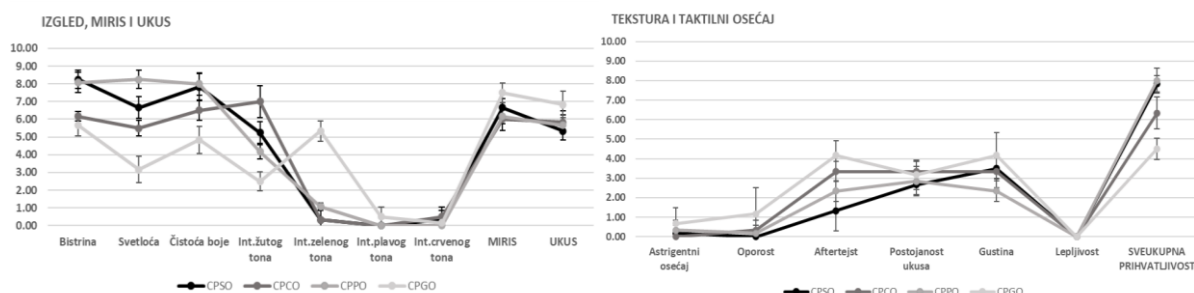
Reološke karakteristike ulja dobijenih hladnim presovanjem ispitane su primenom rotacionog viskozimetra Haake Rheo Stress 600. Merenja su izvedena na radnoj temperaturi od 25°C, pri čemu je korišćen pribor konus-ploča C 60/1° Ti sa rastojanjem između konusa i ploče od 0,052 mm. Pri određivanju reoloških osobina ulja posmatrane su krive proticanja određene metodom histerezisnih petlji i posmatranjem promena napona smicanja τ [Pa] sa promenom brzine smicanja $\dot{\gamma}$ [1/s]. Brzina smicanja povećavana je od 0–100 1/s tokom 3 minuta, zatim je održavana 1 minut na maksimalnoj brzini od 100 1/s, a smanjivanje brzine smicanja od 100–0 1/s takođe je trajalo 3 minuta (Kim i sar., 2010).

Sastav masnih kiselina u ulju određen je gasno hromatografskom – maseno spektrofotometrijskom (GC–MS) analizom, na osnovu standardne AOAC metode 963.22 (AOAC, 2000), primenom gasnog hromatografa Hewlett–Packard (HP) 5890 sa maseno–spektrometrijskim detektorom HP 5971A. Korišćena je kapilarna kolona SP–2560 („Supelco”, USA) dužine 100 m i unutrašnjeg prečnika 0,25 mm. Korišćena je zapremina uzorka od 1 μ l pri čemu je odnos razdeljivanja iznosio 1:40, a gas nosač je bio helijum. Analize su izvedene primenom definisanog temperaturnog programa: početna temperatura kolone 100°C (5 min.), porast temperature brzinom 6°C min⁻¹ do krajnje temperature 240°C (20 min.). Maseni spektri snimani su SCAN tehnikom u interval m/z 40–400 a.m.u. Kvalitativno određivanje izvedeno je na osnovu masenih spektara i retencionih vremena, a kvantitativno u skladu sa AOAC metodom (AOAC, 2000) pri čemu je za definisanje korekcionih faktora korišćen standardni rastvor smeše trideset sedam metil estara masnih kiselina (37 component FAME Mix, 47885–U, Supelco, Bellefonte, PA, USA) (Kravić i sar., 2006; Kravić i sar., 2012).

REZULTATI I DISKUSIJA

Senzorske osobine hladno presovanih ulja

Dijagrami na slici 2 prikazuju srednju vrednost ocena senzorskih svojstava hladno presovanih ulja, određenih od strane šestočlanog senzorskog panela.



Slika 2. Rezultati senzorske analize hladno presovanih ulja (srednja vrednost ocene \pm 1 SD, n= 6)

Figure 2. Results of the sensory analysis of cold pressed oils (mean values of marks \pm 1 SD, n= 6)

Srednje vrednosti ocena senzorskih karakteristika posmatranih ulja obrađene su statističkom metodom analize korelacije i višestruke regresione analize, sa ciljem da se utvrdi povezanost ovih osobina ulja, kao i uticaj ocene senzorskih svojstava na opštu sveobuhvatnu prihvatljivost

uzoraka. Cilj korelacione analize je da se utvrdi da li između varijacija ocena posmatranih senzorskih svojstava postoji kvantitativno slaganje (korelaciona veza) i, ako postoji, u kom stepenu. Kao mera jačine korelacione veze korišćen je Pirsonov koeficijent korelacije, koji je izračunat za svaku senzorsku osobinu uzoraka ulja i predstavljen je u tabeli 1.

Tabela 1. Vrednosti Pirsonovog koeficijenta korelacije

Table 1. Values of Pearson's correlation coefficient

Senzorska karakteristika hladno presovanog ulja		Pirsonov koeficijent korelacije
Izgled	Bistrina	0,92
	Svetloća	0,94
	Čistoća boje	1,00
	Intenzitet žutog tona	0,31
	Intenzitet zelenog tona	-0,83
	Intenzitet plavog tona	-0,89
	Intenzitet crvenog tona	-0,30
Miris		-0,73
Ukus		-0,93
Tekstura i taktilni osećaj	Astringentni osećaj	-0,65
	Oporost	-0,96
	„Aftertejtst”	-0,80
	Postojanost ukusa	-0,67
	Gustina	-0,80
	Lepljivost	0,00

Prema tabeli, na osnovu vrednosti Pirsonovog koeficijenta korelacije uočena je direktna povezanost (pozitivne vrednosti koeficijenta) pojedinih parametara izgleda uzoraka, kao što su bistrina uzorka, svetloća, čistoća boje, intenzitet žutog tona, na sveobuhvatnu ocenu prihvatljivosti uzorka. Pri tome se posebno izdvaja uticaj čistoće boje uzorka sa koeficijentom od 1,00, odnosno sa takozvanom savršenom funkcionalnom vezom sa sveobuhvatnom ocenom prihvatljivosti. To je strogo određena ili funkcionalna veza pri kojoj svakoj vrednosti jedne pojave odgovara samo jedna vrednost druge pojave. Ostali parametri izgleda uzorka ulja, kao i senzorski parametri tekture, taktilnog osećaja, mirisa i ukusa ispoljili su negativnu korelaciju sa opštom ocenom prihvatljivosti uzorka. Prema tome, sa porastom ocene ovih senzorskih parametara ulja opada ocena sveobuhvatne prihvatljivosti uzoraka ulja.

Ova korelaciona analiza rezultata senzorske ocene hladno presovanih ulja uputila je dalju statističku analizu na primenu višestruke regresione analize i na utvrđivanje modela uticaja pojedinih senzorskih osobina ulja na sveobuhvatnu ocenu senzorske prihvatljivosti ulja. Cilj višestruke regresione analize je da se odredi onaj regresioni model koji najbolje opisuje vezu između pojava i da se na osnovu tog modela ocene i predvide vrednosti zavisne promenljive Y za odabrane vrednosti nezavisne promenljive X.

Tako su odabrane senzorske osobine uzoraka, koje imaju visok koeficijent korelacije kao što su: bistrina, svetloća, čistoća boje, ukus i oporost kao ulazni faktori u daljoj statističkoj analizi višestruke linearne regresije, gde je izlazni faktor upravo finalna ocena–opšta sveukupna

prihvatljivost uzorka. Rezultati višestruke regresione analize pokazali su veoma značajan kolektivni uticaj između X1, X2, X3, and Y, ($F(1, 3) = 86868,15$, $p < 0,001$, $R^2 = 1$, $R^2_{adj} = 1$), gde su X1 bistrina ulja, X2 svetloća boje i X3 čistoća boje, a Y opšta sveobuhvatna prihvatljivost ulja. Statistička značajnost i veličina tog uticaja ovih ulaznih faktora ispitana je uz postepenu eliminaciju faktora i prikazana je u tabeli 2 vrednostima verovatnoće (p vrednost).

Tabela 2. Tabele koeficijenata iteracije (prilagođeni R-kvadrat = 1)

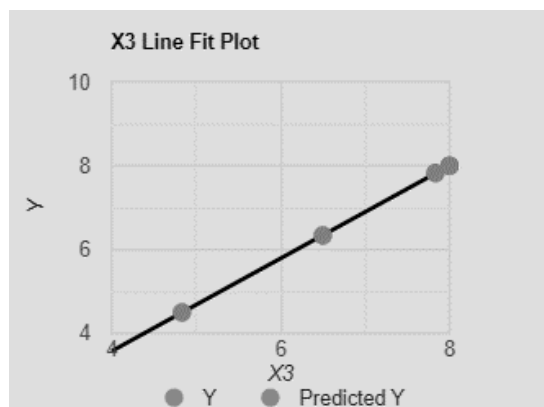
Table 2. Tables of iteration coefficients (adjusted R-squared = 1)

Iteracija 1		Iteracija 2		Iteracija 3	
b	p vrednost	b	p vrednost	b	p vrednost
X1	0,0245216	X1	0,000598318	X3	0,0000673557
X2	0,704043	X3	0,153497	X3	8,61315·10 ⁻⁸
X3	0,0103422				

U sva tri analizirana slučaja ispoljila se izrazita dominacija i izuzetno visok stepen uticaja ulaznog faktora X3, odnosno uticaja čistoće boje ulja. To je samo potvrdilo rezultate korelacione analize, gde je koeficijent korelacije ove senzorske osobine ulja i sveobuhvatne prihvatljivosti ulja bio 1. Primenom višestruke regresione analize dobijen je i model uticaja ovog ulaznog faktora:

$$\hat{Y} = -0,857593 + 1,107715 X3$$

gde je: \hat{Y} - predviđena ocena sveukupne prihvatljivosti uzorka, a X3 - je čistoća boje kao ulazni faktor. U dobijenom modelu ulazni faktor čistoća boje ulja je bio jedini statistički značajan faktor ($p < 0,000001$), koji ima praktično linearnu zavisnost sa finalnom ocenom, prikazanu na slici 3.



Slika 3. Model linearne zavisnosti sveobuhvatne ocene ulja sa čistoćom boje ulje

Figure 3. Model of linear dependence of overall oil rating with oil color purity

Na osnovu dobijenih rezultata i primenjene statističke analize može se zaključiti da presudan uticaj na sveobuhvatanu ocenu prihvatljivosti hladno presovanog ulja ima čistoća boje ulja sa direktnom linearnom zavisnošću. Najvišu ocenu ovog senzorskog parametra imalo je hladno presovano ulje kikirikija (CPPPO), a za njim i hladno presovano ulje suncokreta (CPSO). Drugi ulazni faktor po statističkoj značajnosti je svetloća boje, gde su se opet izdvojili prvo ulje kikirikija, pa za njim i ulje suncokreta. Treći statistički značajan ulazni faktor bistrina boje izdvojio je prvo suncokretovo, pa zatim ulje kikirikija.

Ostali parametri koji opisuju izgled ulja i odnose se na intenzitete određenog tona imali su manje koeficijente korelacije sa sveobuhvatnom ocenom ulja i pri tome negativno usmeren, osim intenziteta žutog tona. To znači da porast intenziteta zelenog, plavog i crvenog tona smanjuju u manjoj meri finalnu prihvatljivost uzorka.

To se značajno ispoljilo kod hladno presovanog ulja semena grožđa (CPGO) zbog porasta intenziteta zelenog tona i kod hladno presovanog ulja kukuruznih klica (CPCO) zbog porasta intenziteta žutog tona, što je svakako posledica same sirovine iz koje ulje potiče.

Ukus hladno presovanih ulja je ispoljio iznenađujuću negativnu korelaciju visokog stepena na sveobuhvatnu ocenu. To se može objasniti time da porast jačine ukusa, kao i prisustvo karakterističnih ukusa (semenski, orašast, drvenast, gorak, kiseo, ili negativni kao što su užeglo, na kvasac, memljiv, plesniv, strani miris) negativno utiču na ocenu prihvatljivosti. Slična situacija je i sa mirisom, ali pri mnogo manjem intenzitetu uticaja. Dodatni taktilni osećaji doprineli su formiranju ocene, pogotovu negativno usmeren uticaj oporosti, odnosno doživljaja oštrog osećaja kroz usnu šupljinu, posebno u grlu, slično gorčini. Prema intenzivnom ukusu i mirisu, specifičnom po sirovini i sa izraženim naknadnim, zaostalim ukusom, kao i oporosti izdvaja se hladno presovano ulje semena grožđa.

Na kvalitet i održivost ulja utiče više faktora istovremeno. Oksidativnu stabilnost ulja, odnosno u najvećoj meri i održivost određuje sastav masnih kiselina. Sastav metilestara masnih kiselina ispitivanih ulja prikazan je u tabeli 3.

Kod ispitanih hladno presovanih ulja, od nezasićenih masnih kiselina dominantne su linolna (C18:2) i oleinska kiselina (C18:1). Najveći sadržaj linolne kiseline karakterističan je za CPGO uzorak, a najmanji za uzorak CPPO. Sličan, visok sadržaj ove masne kiseline ima i uzorak CPSO. Relativno visok sadržaj linolne kiseline ima i uzorak CPCO.

Uzorak CPPO ima značajno veći udeo oleinske masne kiseline u odnosu na sva ostala ispitana hladno presovana ulja. U daleko manjim udelima utvrđeno je prisustvo α -linolenske (C18:3), eikosenske masne kiseline (C20:1) i palmitooleinske (C16:1) u ispitivanim uzorcima. Palmitooleinska kiselina i α -linolenske nisu detektovane kod CPPO uzorka.

Zasićene masne kiseline koje su najzastupljenije u hladno presovanim uljima su palmitinska (C16:0) i stearinska (C18:0) kiselina, koje zajedno čine skoro celokupanu količinu zasićenih masnih kiselina kod ispitanih hladno presovanih ulja. Zastupljenost palmitinske kiseline u uzorcima može se prikazati opadajućim redosledom CPPO > CPCO > CPGO > CPSO i pri tome je veća od zastupljenosti stearinske kiseline, koja se može prikazati opadajućim redosledom CPGO > CPPO > CPCO > CPSO. Pri tome se uočava da su ove zasićene masne kiseline u najmanjem udelu prisutne u uzorku CPSO. Miristinska kiselina (C14:0) detektovana je kod svih uzorka u istom udelu, osim kod uzorka CPPO gde nije prisutna. Margarinska kiselina (C17:0) detektovana je samo u uzorku CPGO i to u vrlo malom udelu. Utvrđeno je i prisustvo arahidinske (C20:0), behenske (C22:0) i lignocerinske kiseline (C24:0). Nekoliko puta veći sadržaj arahidinske kiseline utvrđen je kod uzorka CPPO, u odnosu na ostala ulja. Behenska kiselina nije detektovana kod uzorka CPGO, a u značajno većem udelu je utvrđeno njeno prisustvo kod uzorka CPPO, u odnosu na ostale uzorke. Dobijeni rezultati za sastav i udeo masnih kiselina u posmatranim hladno presovanim uljima u skladu su sa brojnim literaturnim

podacima (Raš i sar., 2008; Akhtar i sar., 2014; Gotor & Rhazi, 2016; Argon i sar., 2020; Durazzo, 2021).

Tabela 3. Sastav masnih kiselina hladno presovanih ulja

Table 3. Fatty acid composition of cold pressed oils

Masne kiseline	Udeo (%m/m)				
	Zasićene	CPSO	CPPO	CPGO	CPCO
C14:0	0,04±0,00	nd	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
C16:0	6,25±0,15	8,56±0,02	7,41±0,16	8,29±0,14	
C17:0	nd	nd	0,04±0,00	nd	
C18:0	2,76±0,05	3,06±0,01	3,97±0,00	2,85±0,04	
C20:0	0,21±0,00	1,49±0,06	0,15±0,01	0,34±0,00	
C22:0	0,74±0,00	3,17±0,02	nd	0,77±0,01	
C24:0	0,37±0,05	2,02±0,07	nd	0,38±0,02	
Nezasićene	CPSO	CPPO	CPGO	CPCO	
C16:1	0,05±0,00	nd	0,14±0,00	0,07±0,00	
C18:1c	28,11±0,19	60,83±0,23	21,52±0,01	36,82±0,49	
C18:2c	61,09±0,07	19,83±0,13	66,24±0,19	49,91±0,71	
C18:3n3	0,21±0,00	nd	0,31±0,00	0,36±0,00	
C20:1	0,17±0,01	1,03±0,00	0,18±0,1	0,19±0,00	
Sume	CPSO	CPPO	CPGO	CPCO	
SFA	10,37±0,25	18,3±0,11	11,61±0,18	12,66±0,22	
MUFA	28,33±0,18	61,86±0,24	21,84±0,001	37,08±0,49	
PUFA	61,3±0,07	19,83±0,13	66,55±0,19	50,26±0,71	

SFA - suma zasićenih masnih kiselina

MUFA - suma mononezasićenih masnih kiselina

PUFA - suma polinezasićenih masnih kiselina

Reološke osobine hladno presovanih ulja

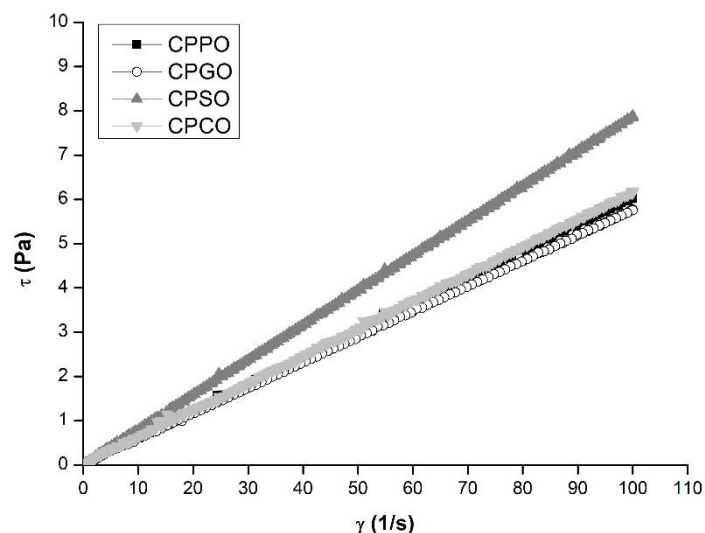
Reološka analiza ulja obuhvata definisanje odgovarajućeg reološkog modela proticanja ulja na osnovu dobijenih eksperimentalnih vrednosti napona smicanja u zavisnosti od brzine smicanja. Ako se na ordinatu nanese napon smicanja, a na apscisu brzina smicanja, onda se kod njutnovskih fluida dobija prava linija čiji koeficijent pravca predstavlja koeficijent viskoziteta (Đaković, 1990) što se može videti na slici 4.

Dobijena zavisnost napona smicanja od brzine smicanja fitovana je prema Njutnovom modelu proticanja fluida na osnovu jednačine (1):

$$\tau = \eta \cdot \gamma \quad (1)$$

gde je: τ - napon smicanja (Pa), γ - brzina smicanja (1/s) i η - Njutnovski viskozitet (Pas).

Brojčana vrednost viskoziteta ulja na 25°C se može odrediti linearnim fitovanjem krive proticanja. Pri tome su dobijeni visoki koeficijenti korelacije fitovanja od 0,9999 do 1 i Njutnovski viskoziteti ispitivanih ulja, prikazani u tabeli 4. Visok koeficijent korelacije dobijenih krivih ukazuje na visoku podudarnost između eksperimentalnih podataka i Njutnovskog modela proticanja.



Slika 4. Krive proticanja hladno presovanih ulja
Figure 4. Flow curves of cold pressed oils

Tabela 4. Reološki parametri krivih proticanja hladno presovanih ulja
Table 4. Rheological parameters of flow curves for cold pressed oils

Uzorak ulja	r	η (mPas)
CPGO	0,9999	57,71
CPPO	1,0000	60,48
CPSO	0,9999	78,73
CPCO	0,9999	61,66

Sva posmatrana hladno presovana ulja imala su sličan obrazac proticanja, gde se napon smicanja povećavao sa povećanjem brzine smicanja. Ova linearna zavisnost između napona smicanja i brzine smicanja pokazuje da sva ulja imaju Njutnovski tip proticanja. I ranija istraživanja hladno presovanih ulja utvrdila su da ova biljna ulja imaju Njutnovski tok proticanja zbog dugih lanaca njihovih molekula (Kim i sar., 2010). Vrednosti Njutnovskog viskoziteta posmatranih ulja izdvojile su CPSO uzorak kao ulje sa najvećim viskozitetom, dok su vrednosti ostalih ulja niže i približno međusobno jednake, što je uočljivo i na slici 4. Druga istraživanja suncokretovog ulja potvrđuju visok viskozitet ovog ulja, upravo zbog izraženo dugih strukturnih lanaca (Maskan, 2003). Dinamički viskozitet hladno presovanih ulja u velikoj meri zavisi od temperature i sastava. Struktura, pogotovu struktura fosfolipida, utiče na formiranje hidrodinamičkih slojeva ulja (Liu i sar., 2012).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata analize hladno presovanih ulja dostupnih na tržištu Srbije dobijen je senzorski profil i reološko ponašanje posmatranih ulja. Statistička obrada rezultata senzorske analize izdvojila je prema visokoj sveobuhvatnoj oceni prihvatljivosti hladno presovano ulje kikirikija i ulje suncokreta. Korelaciona analiza ukazala je da na visoku ocenu prihvatljivosti ulja presudan uticaj imaju faktori izgleda ulja. Senzorski faktori miris, ukus i

taktilni osećaj ispoljili su negativnu korelaciju sa finalnom ocenom i što su izraženiji hladno presovano ulje je manje prihvatljivo. To je izuzetno ispoljeno kod hladno presovanog ulja semena grožđa. Međutim, pri odabiru hladno presovanog ulja dominantan uticaj ima čistoća boje ulja, koja je pri potpunoj direktnoj linearnoj zavisnosti doprinela finalnoj oceni hladno presovanog ulja, na osnovu rezultata primenjene višestruke regresione analize.

Masnokiselinski sastav posmatranih hladno presovanih ulja istakao je značajne količine esencijalnih masnih kiselina, linolne, koja je ω -6 masna kiselina, kao i oleinske, koja je ω -9 masna kiselina. Pri tome su esencijalne ω -6 masne kiseline najzastupljenije u hladno presovanom ulju semena grožđa, zatim u hladno presovano ulju semena suncokreta, dok ih značajno prati i ulje kukuruznih klica. Oleinska, ω -9, kiselina najzastupljenija je u ulju od kikirikija. Ulja, takođe sadrže i nezanemarljive količine zasićenih masnih kiselina, gde su dominantne palmitinska i stearinska. Hladno presovano ulje suncokreta se izdvaja po najmanjem udelu zasićenih masnih kiselina.

Posmatrana hladno presovana ulja imaju Njutnovski tip proticanja i ulje semena suncokreta ispoljava pri tome najveći viskozitet, usled izraženih strukturnih lanaca makromolekula, što je od značaja pri mogućnostima formiranja mešavina sa drugim uljima sa ciljem poboljšanja njihovih nutritivnih i fizičkih svojstava, kao i pri primeni ovih ulja u različitim formulacijama prehrambenih proizvoda i pri različitim procesnim parametrima proizvodnje.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije na finansijskoj podršci za izradu ovog rada u okviru Programa istraživanja NIO, broj ugovora: 451-03-47/2023-01/200134.

LITERATURA

- Akhtar, S., Khalid, N., Ahmed, I., Shahzad, A., Suleria, H. A. R. (2014). Physicochemical characteristics, functional properties, and nutritional benefits of peanut oil: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(12), 1562-1575.
- AOAC, (2000), *Official Methods of Analysis*, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
- Argon, Z. U., Celenk, V. U., Gumus, Z. P. (2020). Cold pressed grape (*Vitis vinifera*) seed oil. In *Cold pressed oils* (pp. 39-52). Academic Press.
- Bendini, A., Barbieri, S., Valli, E., Buchecker, K., Canavari, M., Toschi, T. G. (2011). Quality evaluation of cold pressed sunflower oils by sensory and chemical analysis. *Eur J Lipid Sci Tech*, 113(11), 1375-1384.
- Brühl, L., Matthäus, B. (2008). Sensory assessment of virgin rapeseed oils. *Eur J Lipid Sci Tech*, 110(7), 608-610.
- Cerretani, L., Salvador, M. D., Bendini, A., Fregapane, G. (2008). Relationship between sensory evaluation performed by Italian and Spanish official panels and volatile and phenolic profiles of virgin olive oils. *Chemosens Percept*, 1(4), 258.
- Chandra, S., Kumar, M., Dwivedi, P., Shinde, L. P. (2020). Functional and nutritional health benefits of cold-pressed oils: a review. *J. Agriculture Ecology*, 9, 21-29.
- Đaković, Lj. (1990). *Koloidna hemija*, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Di Stefano, V., Bongiorno, D., Buzzanca, C., Indelicato, S., Santini, A., Lucarini, M., ... Durazzo, A. (2021). Fatty acids and triacylglycerols profiles from Sicilian (cold pressed vs. soxhlet) grape seed oils. *Sustainability*, 13(23), 13038.
- Durazzo, A., Fawzy Ramadan, M., Lucarini, M. (2022). Cold Pressed Oils: A Green Source of Specialty Oils. *Front Nutr*, 8, 836651
- Gotor, A. A., Rhazi, L. (2016). Effects of refining process on sunflower oil minor components: a review. *OCL*, 23(2), D207.

- ISO 4121 (2003), Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales. International Organization for Standardization.
- ISO 8586-2 (2008), Sensory analysis – General guidance for the selection, training, and monitoring of assessors - Part 2: Expert sensory assessors. International Organization for Standardization.
- ISO 8589 (2007), Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms. International Organization for Standardization.
- Kim, J., Kim, D. N., Lee, S. H., Yoo, S. H., Lee, S. (2010). Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behaviour and oil uptake. *Food chemistry*, 118(2), 398-402.
- Kravić, S., Brezo T., Karišik-Đurović, A., Suturović, Z., Milanović, S., Švarc-Gajić, J., Stojanović, Z. (2012). Masnokiselinski sastav kozjih sireva, *Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi*, 1: 49-52.
- Kravić, S., Marjanović, N., Suturović, Z., Švarc-Gajić, J., Pucarević, M. (2006). Fatty acid composition of industrial margarine for household including trans-isomers, *Journal of Edible Oil Industry*, 37: 45-51.
- Liu, C., Yang, M., Huang, F. (2012). Influence of extraction processing on rheological properties of rapeseed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(1), 73-78.
- Maskan, M. (2003). Change in colour and rheological behaviour of sunflower seed oil during frying and after adsorbent treatment of used oil. *European Food Research and Technology*, 218, 20-25.
- Mushtaq, Z., Imran, M., Ahmad, N., Khan, M. K., & Asghar, N. (2020). Cold pressed corn (*Zea mays*) oil. In *Cold Pressed Oils* (pp. 191-195). Academic Press.
- Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *J. American Oil Chem Soc*, 91(8), 1291-1301.
- Raß, M., Schein, C., & Matthäus, B. (2008). Virgin sunflower oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(7), 618-624.
- Romanić, R. (2020). Cold pressed sunflower (*Helianthus annuus L.*) oil. In *Cold pressed oils* (pp. 197-218). Academic Press.
- Tauferova, A., Dordevic, D., Jancikova, S., Tremlova, B., Kulawik, P. (2021). Fortified cold-pressed oils: The effect on sensory quality and functional properties. *Separations*, 8(5), 55.
- Yılmaz, E., Sevgi Arsunar, E., Aydeniz, B., Güneşer, O. (2). Cold pressed capia pepperseed (*Capsicum annuum L.*) oils: Composition, aroma, and sensory properties. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.*, 117(7), 1016-1026.

**OKSIDATIVNA STABILNOST PARCIJALNO HIDROGENOVANE MASTI I MASTI
BEZ TRANS MASNIH KISELINA NAMENJENIH PROIZVODNJI KREM PROIZVODA**

Milica Stožinić^{1}, Ivana Lončarević¹, Biljana Pajin¹, Danica Zarić²,
Suzana Aleksić³, Jelena Škrbić³*

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

²Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu D.O.O., Beograd, Republika Srbija

³Dijamant D.O.O., Zrenjanin, Republika Srbija

IZVOD

Krem proizvodi predstavljaju smešu fino samlevenog šećera, kakao i mleka u prahu, namenskih biljnih masti i drugih sastojaka poput lešnik paste i aroma. Ovi proizvodi, za razliku od čokolade ne sadrže kakao maslac, već jeftinije, namenske biljne masti zbog čega je njihova proizvodnja jeftinija i jednostavnija u odnosu na proizvodnju čokolade.

Pored namenskih masti, u formulaciju se može dodati i rafinisano biljno ulje kako bi se poboljšala mazivost i termorezistentnost krem proizvoda. U proizvodnji krem proizvoda se koriste namenske masti dobijene procesima mešanja i hidrogenacije sa značajnim udelom trans- masnih kiselina nepovoljnih po zdravlje ljudi. Zbog toga, sve više se razvijaju postupci proizvodnje masti bez trans- oblika masnih kiselina.

U radu su poređene dve vrste namenskih masti, od kojih je prva (MKP mast) parcijalno hidrogenizovana i u upotrebi duži period, a druga (NTMKP mast) predstavlja novu namensku mast, bez trans- masnih kiselina kao potencijalnu zamenu za MKP mast u pripremi mazivih krem proizvoda. Najpre je određen masnokiselinski sastav i toplotne karakteristike namenskih masti, a zatim su definisane teksturalne osobine, kao i oksidativna stabilnost namenskih masti u vremenskom periodu od 6 meseci čuvanja.

Ključne reči: namenske masti, mazivi krem proizvod, oksidativna stabilnost, tekstura, održivost.

* Milica Stožinić, mast. inž. tehnol.
Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 485 3788, E-mail: milica.stozinic@uns.ac.rs

OXIDATIVE STABILITY OF PARTIALLY HYDROGENATED FAT AND FAT WITHOUT *TRANS* FATTY ACIDS INTENDED FOR THE PRODUCTION OF CREAM PRODUCTS

ABSTRACT

Cream products are a mixture of finely ground sugar, cocoa and milk powder, vegetable fats and other ingredients such as hazelnut paste and aromas. These products, unlike chocolate, do not contain cocoa butter, but cheaper, confectionery vegetable fats, which is why their production is cheaper and simpler compared to the production of chocolate.

In addition to confectionery fats, refined vegetable oil can be added to the formulation to improve the lubricity and heat resistance of the cream product. In the production of cream products, fats obtained by mixing and hydrogenation processes with a significant proportion of *trans* fatty acids, which are unfavorable for human health, are used. For this reason, fat production processes without *trans* forms of fatty acids are increasingly being developed.

This research paper compares two types of fats, the first of which (MKP fat) has been partially hydrogenated and has been in use for a long period, and the second (NTMKP fat) represents a new fat, without *trans* fatty acids, as a potential substitute for MKP fat in the preparation of cream spreads. First, the fatty acid composition and thermal characteristics of the fats were determined, and then the textural properties, as well as the oxidative stability of the fats during the 6 months of storage, were defined.

Key words: edible fats, cream spread, oxidative stability, texture, shelf life.

UVOD

Zbog svoje visoke nutritivne vrednosti, kao i prijatnog ukusa, mazivi krem proizvodi su postali popularniji i sve više prihvaćeniji od strane potrošača (Polat, 2020). Najčešće su sačinjeni od kakao praha, biljne masti, šećera i mleka u prahu, lecitina kao emulgatora, ali i drugih sastojaka poput lešnik paste i aroma (Lončarević i sar., 2022). Ovi konditorski proizvodi moraju imati dobru mazivost u širokom temperaturnom opsegu, bogat i kremast ukus, glatku i homogenu strukturu bez izdvajanja masne faze na površini proizvoda, kao i dobru oksidativnu stabilnost (Petković i sar., 2013). S obzirom da krem proizvodi sadrže više od 30% masne faze, na njihove fizičke i hemijske osobine izuzetno utiče priroda i ponašanje masti odabranih za njihovu proizvodnju (Pajin i sar., 2007). Masti koje se koriste u proizvodnji krem proizvoda su uglavnom na bazi palminog ulja, koje je specifično zbog svog masnokiselinskog i trigliceridnog sastava (Marra i sar., 2023), i dobijaju se procesima mešanja i parcijalne hidrogenacije biljnih ulja, a u poslednje vreme su sve više zastupljeni postupci proizvodnje masti bez prisustva *trans* masnih kiselina (Lončarević i sar., 2013). Ovako dobijene masti, sadrže nezasićene masne kiseline, podložne procesu oksidacije koji predstavlja dejstvo kiseonika na dvostruke veze nezasićenih masnih kiselina, pri čemu dolazi do raskidanja veza, razlaganja masti i nastanka aldehida, ketona, alkohola i kiselina. Kao posledica ove reakcije javlja se neželjena promena mirisa i ukusa krem proizvoda na užeglost (Pajin, 2014). Oksidativna stabilnost proizvoda predstavlja njihovu otpornost da podlegnu reakciji oksidacije pri kontaktu sa atmosferskih

kiseonikom (Miguel i sar., 2019). Sa povećanjem sadržaja polinezasićenih masnih kiselina koje povoljno utiču na zdravlje ljudi, dolazi do brže oksidacije i samim tim kraćeg roka trajanja ovog tipa proizvoda (Cerro i sar., 2021). U cilju poboljšanja oksidativne sposobnosti proizvoda, nekoliko strategija se pokazalo efikasnim, kao što je dodavanje antioksidansa ili upotreba izvora lipida koji je bogat jedinjenjima sa snažnom antioksidativnom aktivnošću (Li i sar., 2014; Di Mattia i sar., 2015).

Cilj ovog rada je ispitivanje mogućnosti upotrebe namenske masti bez *trans* masnih kiselina u proizvodnji mazivog krem proizvoda određivanjem masnokiselinskog sastava i toplotnih karakteristika dve namenske masti, zatim definisanjem njihovih teksturalnih osobina, rada smicanja i oksidativne stabilnosti, kao i poređenjem dobijenih rezultata.

MATERIJAL I METODE

Materijal

U radu su upotrebljene dve vrste namenskih masti domaćeg proizvođača:

1. Rafinisana biljna mast, dobijena procesom parcijalnog hidrogenovanja jestivog rafinisanog sojinog ulja (dalje u tekstu MKP mast)
2. Biljna mast proizvedena postupkom mešanja frakcija rafinisanog suncokretovog ulja i palminog ulja (dalje u tekstu NTMKP mast)

Određivanje sastava masnih kiselina u namenskim mastima

Za određivanje sastava masnih kiselina namenskih masti primenjena je gasna hromatografija prema metodi ISO 5508:1990.

Određivanje toplotnih karakteristika namenskih masti

Intervali topljenja namenskih masti određeni su primenom diferencijalne skenirajuće kolorimetrije (DCS), upotrebom uređaja DSC 910, Thermal analyzer 990 i Dynamic mechanical analyzer (TA, Instruments, USA). Uzorci su izloženi brzini zagrevanja od 5°C/min u temperaturnom intervalu od 25-50°C.

Određivanje teksturalnih karakteristika namenskih masti

Za određivanje teksturalnih karakteristika namenskih masti je primenjena metoda penetracije konusa na sobnoj temperaturi od 25°C, korišćenjem uređaja TA.XT Plus (Stable Micro System, UK), prema metodi Margarine Spreadability (MAR4_SR). Upotrebljeni pribor čini oprema HDP/SR koja se sastoji od tega mase 5 kg, konusnog klipa i čašice pričvršćene za metalnu platformu HDP/90 (www.stablemicrosystem.com).

Određivanje oksidativne stabilnosti namenskih masti

Oksidativna stabilnost namenskih masti je određena primenom uređaja RapidOxy 100 (Anton Paar, Nemačka). Odmereno je 3 g uzorka u predviđenu staklenu posudicu i nakon toga postavljeno u komoru uređaja. U uređaj se uvodi kiseonik do postizanja pritiska do 700 kPa. Nakon toga se komora sa uzorkom zagreva na 140°C. Analiza traje sve dok pritisak u komori sa uzorkom ne opadne za 10%, a vreme za koje pritisak u komori opadne predstavlja indukcion period. Kada pritisak u komori opadne za 10%, smatra se da je reakcija oksidacije završena. Uzorci su analizirani tokom vremenskog perioda od 6 meseci i čuvani na temperaturi od 4°C u frižideru, sobnoj temperaturi (25°C), i na 40°C u komori za starenje uzoraka (Binder, Nemačka).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sastav masnih kiselina

Sadržaj zasićenih, mononezasićenih kao i polinezasićenih masnih kiselina prisutnih u analiziranim namenskim mastima je prikazan u tabeli 1.

Posmatrajući rezultate u tabeli 1, može se uočiti da NTMKP mast sadrži veći procenat zasićenih masnih kiselina (30,19%/m) od MKP masti (20,11%/m), pri čemu je u NTMKP i MKP masti najzastupljenija masna kiselina palmitinska (22,50%/m i 12,01%/m, respektivno). MKP mast u svom sastavu sadrži najveći procenat mononezasićenih masnih kiselina (49,22%/m) od kojih je najdominantnija oleinska (48,98%/m). Udeo oleinske kiseline u *trans* obliku u sastavu MKP masti iznosi čak 13%/m, a javlja se kao posledica parcijalne hidrogenacije prilikom proizvodnje ove namenske masti. Za razliku od MKP masti, NTMKP mast u svom sastavu sadrži manje mononezasićenih masnih kiselina (34,91%/m), od kojih je najzastupljenija oleinska kiselina (34,80%/m), prisutna samo u *cis* obliku. Pored toga, MKP mast ima niži sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (29,60%/m) u odnosu na NTMKP mast (34,90%/m). Najdominantnija masna kiselina u oba uzorka je linolna kiselina, pri čemu u NTMKP masti nije detektovano prisustvo *trans* oblika.

Tabela 1. Sastav masnih kiselina namenskih biljnih masti

Table 1. Fatty acid composition of fats

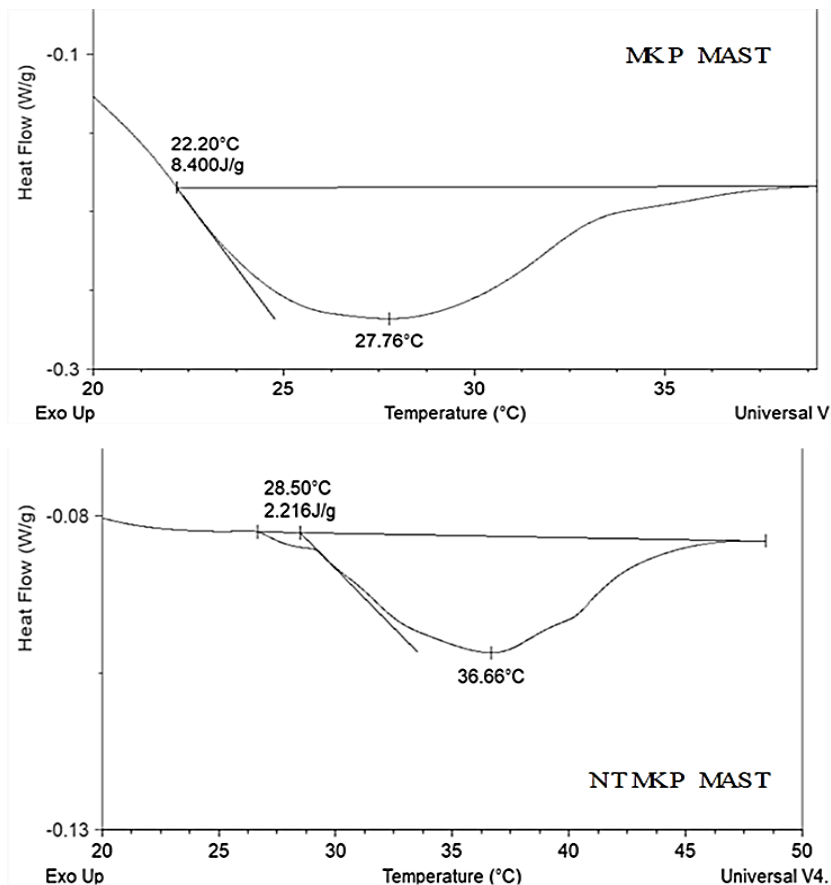
Masna kiselina (%m/m)	MKP	NTMKP
Kaprilna (C8:0)	n.d.	0,15
Kaprinska (C10:0)	n.d.	0,14
Laurinska (C12:0)	0,13	2,00
Miristinska (C14:0)	0,21	1,09
Palmitinska (C16:0)	12,01	22,50
Stearinska (C18:0)	6,43	4,16
Arahinska (C20:0)	0,52	0,15
Behenijska (C22:0)	1,58	n.d.
Lignocerinska (C24:0)	0,23	n.d.
Palmitoleinska (C16:1)	0,09	0,11
Oleinska (C18:1)	48,98	34,80
Oleinska (C18:1 <i>trans</i>)	13,00	n.d.
Oleinska (C18:1 <i>cis</i>)	35,98	34,80
Gadoleinska (C20:1)	0,15	n.d.
Linolna (C18:2 <i>trans</i>)	0,92	n.d.
Linolna (C18:2 <i>cis</i>)	28,61	34,40
Linolna (C18:2)	29,53	34,40
Linolenska (C18:3)	0,07	0,50

n.d. - nije detektovano

Toplotne karakteristike namenskih masti

Na slici 1 su prikazani intervali topljenja masti. MKP mast, kao i NTMKP mast, se tope u širokom temperaturnom intervalu, odnosno pokazuju plastične osobine. MKP mast počinje da se topi na nižoj temperaturi (22,20°C) i poseduje nižu tačku topljenja (27,76°C) u odnosu na

NTMKP mast koja počinje da se topi pri temperaturi od 28,50°C i ima višu tačku topljenja (36,66°C). MKP mast se topi na nižoj temperaturi usled nižeg sadržaja zasićenih masnih kiselina. Dodatno, MKP mast ima veću entalpiju topljenja, što ukazuje na uređeniji sistem i za čiji prelazak iz čvrstog u tečno agregatno stanje je potrebno uložiti veću količinu toplotne energije.

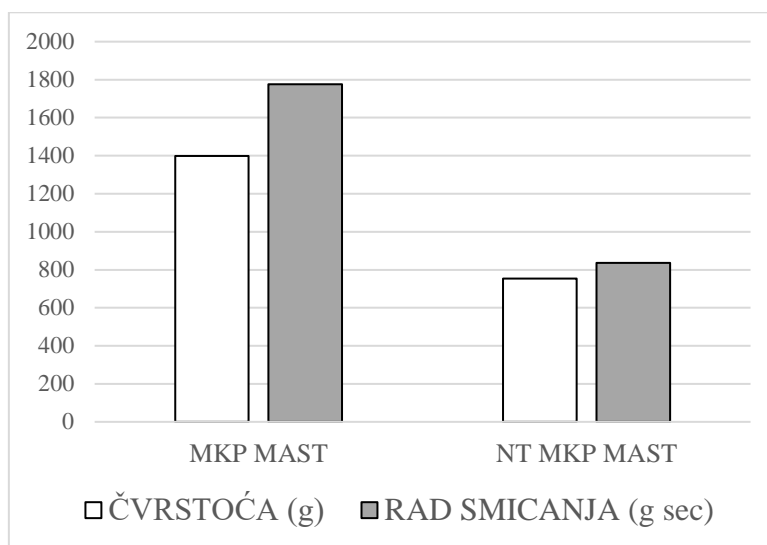


Slika 1. Intervali topljenja namenskih masti za krem proizvode
Figure 1. Melting intervals of fats intended for spreadable cream products

Teksturalne karakteristike namenskih masti na 25°C

Čvrstoća i rad smicanja namenskih masti su prikazani na slici 2.

Uprkos tome što NTMKP mast sadrži više zasićenih masnih kiselina i poseduje veću tačku topljenja od MKP masti, zbog čega se i očekuje veća čvrstoća, rezultati pokazuju da je veću čvrstoću posedovala MKP mast (1398,63 g) u odnosu na NTMKP mast (754 g). Smanjenju čvrstoće NTMKP masti su najverovatnije doprinele polinezasićene masne kiseline koje su više prisutne u ovoj, nego u MKP masti, kao i odsustvo *trans* oblika i prisustvo većeg sadržaja zasićenih masnih kiselina kraćih lanaca. Pored toga, NTMKP mast ima manji rad smicanja (836 g sec) u odnosu na MKP mast (1776 g sec), što ukazuje na bolju mazivost.

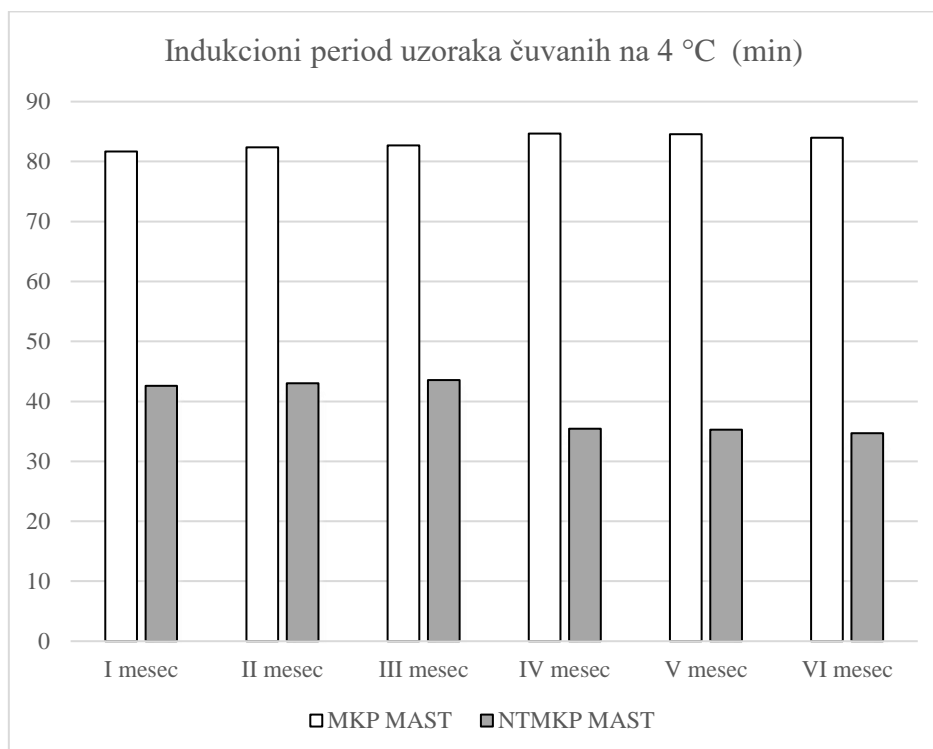


Slika 2. Čvrstoća i rad smicanja namenskih masti

Figure 2. Hardness and work of shearing of confectionery fats

Oksidativna stabilnost namenskih masti

Na slici 3 je prikazan indukcionni period namenskih masti analiziranih tokom 6 meseci skladištenja u frižideru na temperaturi od 4°C.



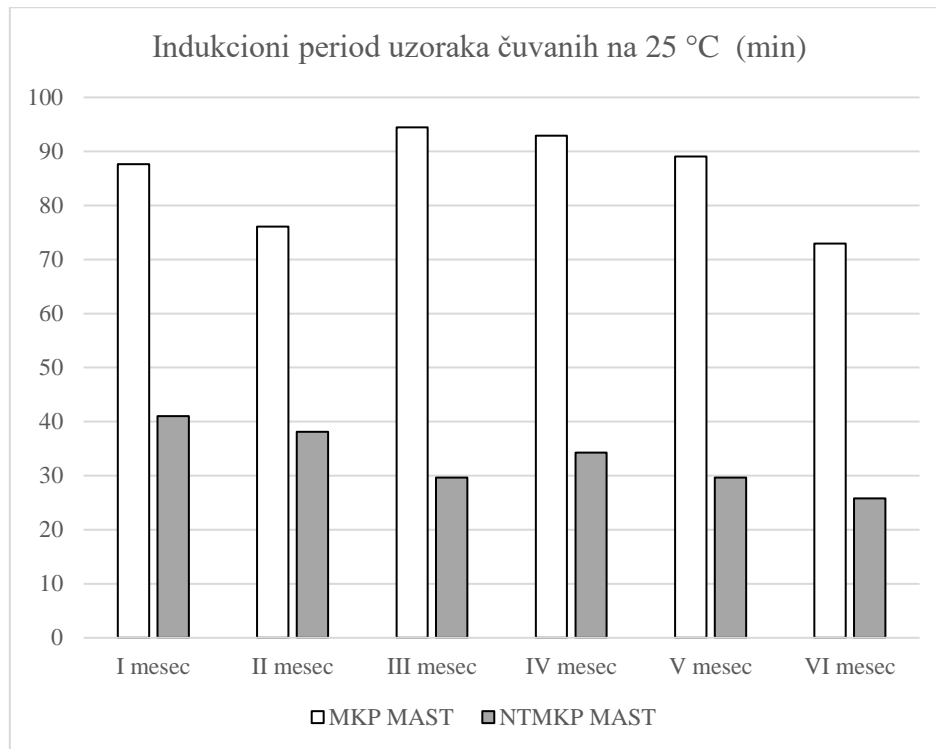
Slika 3. Indukcioni period namenskih masti skladištenih na 4°C

Figure 3. Induction period of edible fats stored at 4°C

MKP mast je u prvom mesecu imala najduži indukcionni period (81,70 min), da bi nakon šest meseci, vrednost indukcionog perioda porasla na 84,00 min. Takođe, NTKMP mast je u prvom mesecu imala najduži indukcionni period (42,60 min), pri čemu je vrednost indukcionog perioda

opadala tokom vremena, da bi najnižu vrednost imala nakon 6 meseci čuvanja (34,67 min). Poredeći indukcione periode obe namenske masti, MKP mast ima bolju oksidativnu stabilnost u odnosu na NTMKP mast.

Pored čuvanja u frižideru, uzorci namenskih masti su skladišteni na sobnoj temperaturi (25°C) tokom šest meseci i rezultati oksidativne stabilnosti ovih masti su prikazani na slici 4.



Slika 4. Indukcioni period namenskih masti skladištenih na 25°C

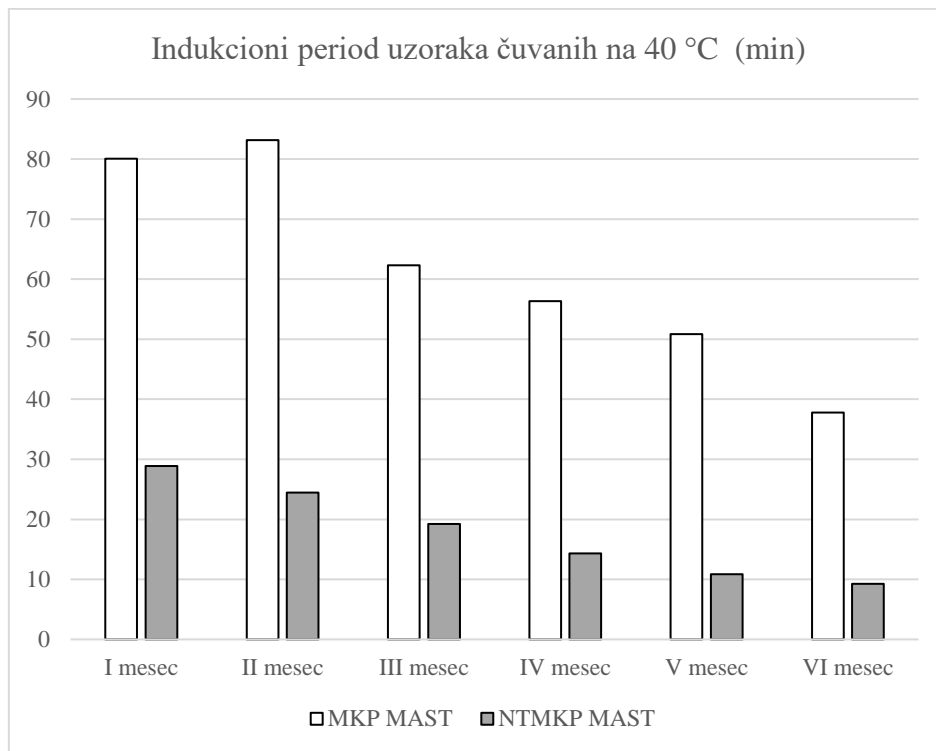
Figure 4. Induction period of edible fats stored at 25°C

Posmatrajući rezultate može se uočiti da je i u ovom slučaju bolju oksidativnu stabilnost imala MKP mast, sa najdužim indukcionskim periodom u prvom (87.63 min), kao i u šestom mesecu (72.98 min), u poređenju sa NTMKP mašču koja je imala vrednost indukcionog perioda u prvom mesecu 41.05 min, a u šestom mesecu ta vrednost je iznosila 25.78 min.

Ispitivanje oksidativne stabilnosti je određeno i u uzorcima čuvanim tokom 6 meseci na temperaturi od 40°C u komori za starenje. Rezultati analize su prikazani na slici 5.

Tokom perioda čuvanja, oksidativna stabilnost obe namenske masti je opadala, pri čemu je MKP mast imala veće vrednosti indukcionog perioda na početku (80.05 min) i nakon 6 meseci skladištenja (37.77 min) u odnosu na NTMKP mast čiji je indukcioni period u prvom mesecu iznosio 29.90 min, a nakon 6 meseci vrednost indukcionog perioda je bila 9.25 min. Ovi rezultati ukazuju da je MKP mast koja se duži niz godina koristi u proizvodnji mazivih krem proizvoda oksidativno stabilnija od NTMKP masti koja se ispituje kao potencijalna zamena za standardnu, MKP mast. Poredeći dobijene rezultate za masti čuvane na različitim temperaturama, uzorak MKP masti skladištene u frižideru na 4°C je pokazao najbolju oksidativnu stabilnost u odnosu na uzorke MKP masti skladištene na drugim temperaturnim uslovima. Isto tako, uzorak NTMKP masti čuvane na temperaturi od 4°C ima najbolju oksidativnu stabilnost u odnosu na druga dva uzorka iste masti, čuvanih na temperaturi od 25 i 40°C. Poređenjem vrednosti

indukcionih perioda oksidativno najstabilnijih uzoraka MKP i NTMKP masti, odnosno uzoraka skladištenih na 4°C, rezultati ukazuju da uzorak MKP masti ima bolju oksidativnu stabilnost.



Slika 5. Indukcioni period namenskih masti skladištenih na 40°C

Figure 5. Induction period of edible fats stored at 40°C

ZAKLJUČAK

NTMKP mast, dobijena mešanjem frakcija palminog ulja i rafinisanog suncokretovog ulja ne sadrži *trans* masne kiseline za razliku od MKP masti koja ih sadrži (13%*m/m*). Dodatno, NTMKP mast sadrži veći udeo polinezasićenih masnih kiselina, što rezultuje smanjenom čvrstoćom, ali i veći udeo zasićenih masnih kiselina zbog čega ima višu tačku topljenja u odnosu na MKP mast. Nakon određivanja oksidativne stabilnosti, rezultati su pokazali da je MKP mast imala duži indukcionni period, odnosno bolju oksidativnu stabilnost u odnosu na NTMKP mast. Nakon određivanja oksidativne stabilnosti pri uslovima čuvanja uzoraka na 4, 25 i 40°C tokom vremenskog perioda od 6 meseci, uzorci obe vrste masti, čuvanih na temperaturi od 4°C, su pokazali najbolju oksidativnu stabilnost, pri čemu je uzorak MKP oksidativno stabilniji. Analizom dobijenih rezultata za MKP i NTMKP mast čuvanih na temperaturi od 25°C tokom 6 meseci, može se uočiti da je MKP mast imala vrednost indukcionog perioda dva puta veću od vrednosti indukcionog perioda NTMKP masti u prvom mesecu pri istim uslovima skladištenja. Pored toga, nakon 6 meseci skladištenja, vrednost indukcionog perioda MKP masti je bila tri puta veća u odnosu na vrednost indukcionog perioda NTMKP masti. Dodatno, nakon čuvanja MKP i NTMKP masti u komori za starenje na temperaturi od 40°C, rezultati ukazuju da je i u ovom slučaju MKP mast imala duži indukcionni period, odnosno bolju oksidativnu stabilnost. Na osnovu svega navedenog, može se zaključiti da je moguća primena NTMKP masti u

proizvodnji krem proizvoda, pri čemu se očekuje da takav proizvod ima poboljšana nutritivna svojstva, ali i kraći rok trajanja u odnosu na krem proizvod dobijen upotrebom standardne MKP masti.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je finansirano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Program, broj ugovora: 451-03-47/2023-01/200134).

Napomena

Deo rezultata predstavljenih u ovom radu je prezentovan na 64. Savetovanju industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica”, održanom od 25-30. juna 2023. godine u Herceg Novom, Crna Gora.

LITERATURA

- Cerro, D. A., Maldonado, A. P., Matiacevich, S. B. (2021). Comparative study of the physicochemical properties of a vegan dressing-type mayonnaise and traditional commercial mayonnaise. *Grasas y Aceites*, 72(4), e439-e439.
- Di Mattia, C., Balestra, F., Sacchetti, G., Neri, L., Mastrocola, D., Pittia, P. (2015). Physical and structural properties of extra-virgin olive oil based mayonnaise. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 764-770.
- ISO 5508 (1990): Animal and vegetable fats and oils – Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids.
- Li, J., Wang, Y., Jin, W., Zhou, B., Li, B. (2014). Application of micronized konjac gel for fat analogue in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 35, 375-382.
- Lončarević, I., Pajin, B., Omorjan, R., Torbica, A., Zarić, D., Maksimović, J., Švarc Gajić, J. (2013). The influence of lecithin from different sources on crystallization and physical properties of nontrans fat. *Journal of Texture Studies*, 44(6), 450-458.
- Lončarević, I., Petrović, J., Teslić, N., Nikolić, I., Maravić, N., Pajin, B., Pavlić, B. (2022). Cocoa spread with grape seed oil and encapsulated grape seed extract: Impact on physical properties, sensory characteristics, and polyphenol content. *Foods*, 11(18), 2730.
- Marra, F., Lavorgna, A., Incarnato, L., Malvano, F., Albanese, D. (2023). Optimization of Hazelnut Spread Based on Total or Partial Substitution of Palm Oil. *Foods*, 12(16), 3122.
- Miguel, G. A., Jacobsen, C., Prieto, C., Kempen, P. J., Lagaron, J. M., Chronakis, I. S., García-Moreno, P. J. (2019). Oxidative stability and physical properties of mayonnaise fortified with zein electrospayed capsules loaded with fish oil. *Journal of Food Engineering*, 263, 348-358.
- Pajin, B. (2014). Tehnologija čokolade i kakao proizvoda, Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, str. 33.
- Pajin, B., Karlović, Đ., Omorjan, R., Sovilj, V., Antić, D. (2007). Influence of filling fat type on praline products with nougat filling. *European journal of lipid science and technology*, 109(12), 1203-1207.
- Petković, M., Pajin, B., Tomić, J. (2013). Effects of temperature and mixer speed rotation on rheological properties of spreads with maltitol. *Journal of Food Process Engineering*, 36(5), 634-644.
- Polat, S. (2020). Comparison of some chemical, textural and sensorial properties of commercial hazelnut-cacao spreads. *Gıda*, 46(1), 190-200. www.stablemicrosystem.com

INKAPSULACIJA HLADNO PRESOVANOG ULJA SEMENKI JABUKE METODAMA ELEKTROSTATIČKE EKSTRUZIJE I „SPREJ” SUŠENJA

Miloš Purić¹, Biljana Rabrenović², Viktor Nedović², Vladislav Rac^{2*}, Steva Lević²

¹Akademija tehničkih strukovnih studija, Beograd, Republika Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd, Republika Srbija

IZVOD

U ovom radu evaluiran je proces inkapsulacije hladno presovanih ulja semenki jabuke, sorti Ajdared, Zlatni delišes i Šumatovka. Primenjene su dve tehnike inkapsulacije, elektrostatička ekstruzija i „sprej” sušenje. Obe metode dale su inkapsulate dobrih morfoloških karakteristika i relativno visoke inkapsulacione efikasnosti (80-90%). Metoda elektrostatičke ekstruzije pokazala se značajno boljom sa aspekta sadržaja ulja i prinosa inkapsulata. Inkapsulacija ulja dobijenog hladnim presovanjem semenki jabuka potencijalno može da predstavlja značajan korak u procesu valorizacije otpada iz prehrambene industrije.

Ključne reči: ulje semenki jabuke, inkapsulacija, elektrostatička ekstruzija, „sprej” sušenje.

ENCAPSULATION OF COLD PRESSED APPLE SEED OIL USING ELECTROSTATIC EXTRUSION AND SPRAY DRYING

ABSTRACT

The applicability of two different techniques for encapsulation of cold pressed apple seed oils was evaluated. Electrostatic extrusion and spray drying were performed. Seeds of apple varieties Idared, Golden Delicious and Shumatovka were used. Both encapsulation methods resulted in particles with good morphological characteristics and high encapsulation efficiency (80-90%). Electrostatic extrusion was found to be the superior technique, regarding total yield and oil content in encapsulates. Encapsulation of apple seed oil obtained by cold pressing can be an important step in valorization of food production waste.

Key words: apple seed oil, encapsulation, electrostatic extrusion, spray drying.

UVOD

Biljna ulja su, zahvaljujući nutritivno povoljnom sastavu, prisustvu nezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina kao i značajnih minornih komponenti kao što su polifenoli, tokoferoli i fitosteroli, veoma ineresantna kao sirovine za proizvodnju funkcionalne hrane. Međutim, inkorporacija funkcionalnih sastojaka u prehrambene proizvode praćena je i

* Dr Vladislav Rac, vanredni profesor
Nemanjina 6, 11080 Zemun-Beograd, Republika Srbija
Tel. +381 11 441-3466; e-mail: vladarac@agrif.bg.ac.rs

izazovima. U slučaju biljnih ulja, jedan od glavnih problema predstavlja njihova podložnost oksidaciji. Jedno od mogućih rešenja je tehnologija kojom se biljna ulja mogu inkorporirati u čvrste, najčešće polisaharidne nosače - inkapsulacija (Bakry i sar. 2016; Ruiz i sar., 2017). Inkapsulacijom je moguće ostvariti efekat zaštite od oksidacije i takođe „prevesti” ulja u „čvrsto” stanje, što može biti od velikog značaja u slučajevima kada tehnološki postupak proizvodnje prehrambenog proizvoda to zahteva. Dalje, inkapsulacija može uticati na digestiju i apsorpciju lipida u ljudskom organizmu (Chew i sar., 2018), čime se može poboljšati njihova biodostupnost i bioiskoristljivost. Izbor adekvatnih materijala, razvijanje i ispitivanje inkapsulacionih metoda je od velikog naučnog i tehnološkog značaja. Poznate su različite inkapsulacione tehnike, kao što su „sprej” sušenje (Polavarapu i sar., 2011; Carneiro i sar., 2013), koacervacija (Katona i sar., 2010), elektrostatička ekstruzija (Salević i sar., 2018). U ovom radu biće predstavljeni rezultati dve tehnike inkapsulacije - „sprej” sušenja i elektrostatičke ekstruzije. Korišćeno je ulje dobijeno hladnim presovanjem semenki jabuke (sorte Ajdared, Zlatni delišes i Šumatovka). Semenke jabuke se obično tretiraju kao industrijski otpad, a njihovo ispitivanje kao izvora ulja predstavlja važan korak ka dodatnoj valorizaciji.

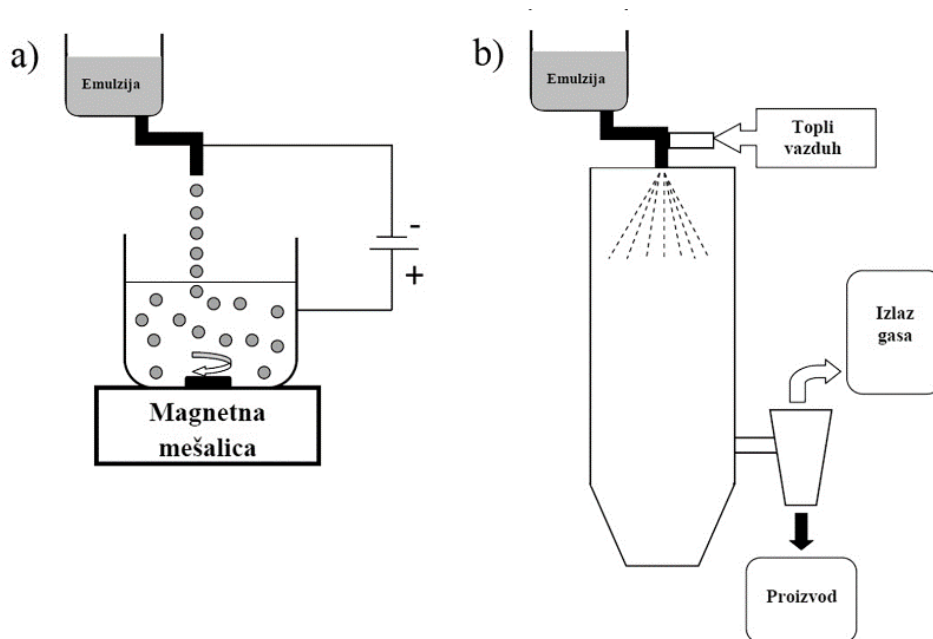
MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Za dobijanje ulja korišćene su semenke tri sorte jabuka: Ajdared, Zlatni Delišes i Šumatovka. Jabuke su proizvedene na individualnom poljoprivrednom gazdinstvu (selo Šuljkovac, Jagodina). Semenke su vadene ručno iz celih plodova. Pre presovanja ulja, semenke su osušene u konvektivnoj sušnici (DHG-9140A, EU instruments, Španija), 5h na temperaturi $55\pm 1^{\circ}\text{C}$, i potom čuvane na $+4^{\circ}\text{C}$ do momenta presovanja ulja. Hladno presovana ulja dobijena su korišćenjem pužne prese (OP650W, Gorenje, Slovenija). Nakon 24 h ulja su dekantovana i uskladištena u atmosferi azota, na temperaturi $+4^{\circ}\text{C}$. Dobijena ulja su detaljno okarakterisana, a rezultati su predstavljeni u radu Purić i Čabrilo (2021). Ulja su dominantno sadržala linolnu ($\approx 60\%$) i oleinsku ($\approx 30\%$) kiselinu.

Metode

Inkapsulacija metodom elektrostatičke ekstruzije (slika 1a) zasniva se na proticanju smeše ulja i rastvora koji sadrži prekursor nosača, kroz kapilaru na čijem se vrhu, pod uticajem elektrostatičkog polja, formiraju sitne kapi. Kapi potom geliraju (uz dodatak odgovarajućeg agensa) i time se prevode u čestice (Đorđević i sar., 2015; Salević i sar., 2018). Kao prvi korak za dobijanje inkapsulata ulja semenki jabuka ovom metodom, formirana je emulzija ulje (sadržaj u emulziji 10%w/w) - natrijum-alginat (2%w/w rastvor) korišćenjem mehaničkog homogenizatora Ultra-Turrax® T25 (Janke and Kunkel Ika-Labortechnik, Nemačka), pri 10000 o/min tokom 5 minuta. Čestice Ca-alginata sa inkapsulisanim uljem dobijene su pomoću uređaja za elektrostatičku ekstruziju VAR V1 (Nisco Engineering Inc., Švajcarska), uz sledeće parametre: protok emulzije (70 mL/h, špric pumpa Pump 11, Harvard Apparatus, SAD), prečnik igle - 1,1 mm; rastojanje igla/rastvor za geliranje - 2 cm; napon - 6kV; za geliranje je korišćen 1,5%w/w rastvor kalcijum hlorida; period geliranja - 60 min. Nakon geliranja, čestice su odvojene iz rastvora za geliranje, isprane sa destilovanom vodom i osušene na 30°C tokom 24 h.



Slika 1. Pojednostavljena šema procesa: elektrostatičke ekstruzije (a) i „sprej“ sušenja (b)

Figure 1. Simplified presentations of: electrostatic extrusion (a) and spray drying (b)

Metoda „sprej“ sušenja (slika 1b) se bazira na raspršivanju emulzije koja sadrži ulje i nosač u komoru za sušenje, pod uticajem zagrejanog vazduha, pri čemu dolazi do brzog isparavanja rastvarača i formiranja čestica. Priprema emulzije se sastojala u homogenizaciji ulja (10 g) sa 235,5 g 1%w/w rastvora natrijum-alginata, u kojem je pre homogenizacije rastvoreno 47 g maltodekstrina. Procesni parametri „sprej“ sušenja bili su: ulazna temperatura vazduha za sušenje 140°C, izlazna temperatura vazduha 80°C, pritisak gasa za disperziju 6 bar, protok gasa za sušenje 600 L/h, protok tečnosti tj. emulzije koja se suši, 8 mL/min. „Sprej“ sušenje je rađeno na uređaju B-290 (Büchi Labortechnik AG, Švajcarska).

Prinos inkapsulacije izračunat je kao:

$$\text{Prinos inkapsulata (\%)} = \frac{\text{masa dobijenog inkapsulata (g)}}{\text{masa polaznih komponenti emulzije, bez vode (g)}} \cdot 100$$

Sadržaj ulja u inkapsulatima određen je na osnovu ekstrakcije ulja iz inkapsulata. Kod inkapsulata dobijenih metodom elektrostatičke ekstruzije, ekstrakcija je vršena korišćenjem *n*-heksana i 3%w/v natrijum-citrata, u odnosu 1 g inkapsulata/20 mL natrijum citrata/5 mL *n*-heksana. U slučaju inkapsulata dobijenih „sprej“ sušenjem, ekstrakciona smeša sastojala se od vode i *n*-heksana, u odnosu 1 g inkapsulata/10 ml vode/2 ml *n*-heksana. Po ekstrakciji, organska i vodena faza su odvojene centrifugiranjem (Hettich EBA 21, 14000 o/min, 10 min). Ulje je dobijeno isparavanjem *n*-heksana, do konstantne mase. Sadržaj ulja izračunat je na osnovu jedančine:

$$\text{Sadržaj ulja u inkapsulatu (\%)} = \frac{\text{masa ekstrahovanog ulja (g)}}{\text{masa inkapsulata, bez vode (g)}} \cdot 100$$

Efikasnost inkapsulacije određena je kao:

$$\text{Efikasnost inkapsulacije (\%)} = \frac{\text{ekstrahovani sadržaj ulja (g)}}{\text{teorijski sadržaj ulja (g)}} \cdot 100$$

Morfološke karakteristike vlažnih čestica sa inkapsuliranim uljem jabuke su ispitivane pomoću binokularne lupe Leica XTL-3400D (Leica, Nemačka), opremljenom kamerom Leica-DC 300 (Leica, Nemačka) i računarskim programom za merenje veličine objekata Leica-IM 1000 (Leica, Nemačka). Morfološke karakteristike osušenih uzoraka analizirane su skenirajućim elektronskim mikroskopom (Jeol JSM-6390LV, Japan) uz prethodno nanošenje zlata na uređaju Baltec SCD 005.

REZULTATI I DISKUSIJA

Inkapsulacija metodama elektrostatičke ekstruzije i „sprej” sušenja evaluirane su sa stanovišta prinosa, odnosno efikasnosti. Rezultati prikazani u tabeli 1 pokazuju da se obe metode odlikuju visokom efikasnošću, ali da je elektrostatičkom ekstruzijom postignut značajno veći sadržaj ulja u inkapsulatima, kao i prinos inkapsulacije. Ovo je jedna od prednosti metode elektrostatičke ekstruzije.

Tabela 1. Prinos i sadržaj ulja u inkapsulatima i efikasnost inkapsulacije dobijeni metodama elektrostatičke ekstruzije i „sprej” sušenja

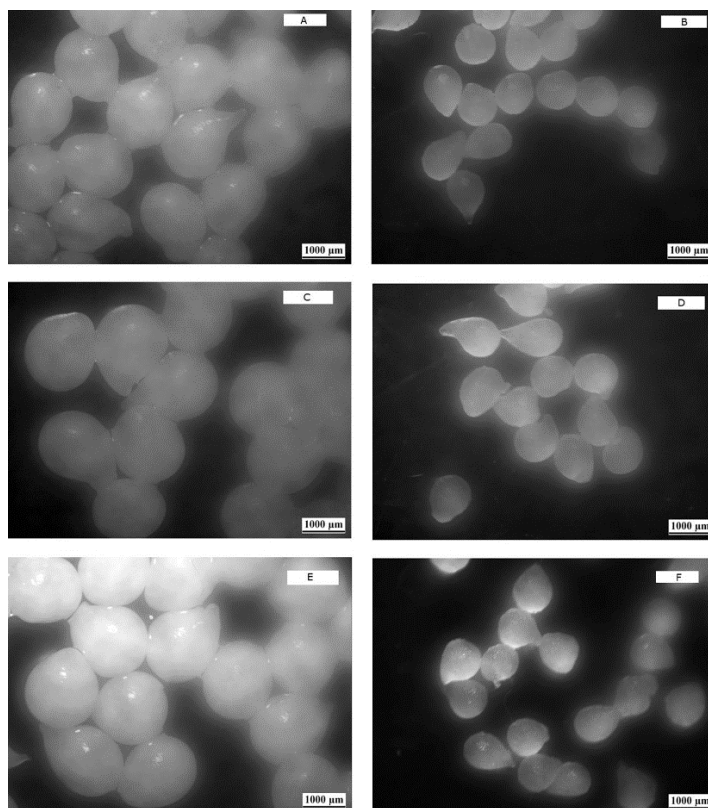
Table 1. Yield, oil content and encapsulation efficiency obtained by electrostatic extrusion and spray drying

Elektrostatička ekstruzija / Electrostatic extrusion			
Sorta jabuke Variety	Prinos inkapsulata (%) Yield (%)	Sadržaj ulja u inkapsulatu (%) Oil content (%)	Efikasnost inkapsulacije (%) Encapsulation efficiency (%)
Ajdared Idared	77,1±1,6 ^A	78,9±3,2 ^A	91,9±3,4 ^A
Zlatni Delišeš Golden Delicious	78,1±2,3 ^A	77,5±1,9 ^A	91,4±3,1 ^A
Šumatovka Shumatovka	78,6±1,8 ^A	80,0±2,6 ^A	94,4±2,5 ^A
„Sprej” sušenje / Spray drying			
Sorta jabuke Variety	Prinos inkapsulata (%) Yield (%)	Sadržaj ulja u inkapsulatu (%) Oil content (%)	Efikasnost inkapsulacije (%) Encapsulation efficiency (%)
Ajdared Idared	45,0±2,1 ^A	15,5±2,5 ^A	85,7±4,8 ^{AB}
Zlatni Delišeš Golden Delicious	45,8±2,4 ^A	14,7±1,9 ^A	87,2±4,5 ^B
Šumatovka Shumatovka	46,2±2,3 ^A	14,2±4,2 ^A	84,1±2,9 ^A

Različita velika slova u eksponentima kolona označavaju statistički značajne razlike srednjih vrednosti između uzoraka, na nivou $p < 0,05$, na osnovu Tukey-evog HSD testa.

Različita velika slova u eksponentima kolona označavaju statistički značajne razlike srednjih vrednosti između uzoraka, na nivou $p < 0,05$, na osnovu Tukey-evog HSD testa.

Morfološke karakteristike dobijenih inkapsulata ispitivane su metodama svetlosne i SEM mikroskopije. Na slici 2 su prikazane fotografije inkapsulata ulja semenki jabuke na bazi Ca-alginata, dobijenih elektrostatičkom ekstruzijom. Dobijeni inkapsulati imaju izduženi oblik, koji verovatno potiče od deformacije kapi emulzije pri dejstvu elektrostatičkog polja. Uprkos tome, treba istaći da su inkapsulati uspešno zadržali ulje (u vlažnom i suvom stanju).



Slika 2. Mikroskopske fotografije inkapsulata ulja dobijenih elektrostatičkom ekstruzijom:

- A, B - ulje Ajdared (vlažne i suve)
- C, D - ulje Šumatovka (vlažne i suve)
- E, F - ulje Zlatni delišes (vlažne i suve)

Figure 2. Microscopic photographs of encapsulates obtained using electrostatic extrusion:

- A, B - Idared oil (hydrated and dry)
- C, D - Shumatovka oil (hydrated and dry)
- E, F - Golden Delicious oil (hydrated and dry)

Drugi važni morfološki parametri, faktor sferičnosti i faktor skupljanja prikazani su u tabeli 2. Podaci jasno govore da dodatak ulja iz različitih izvora nema značajniji uticaj na morfologiju inkapsulata.

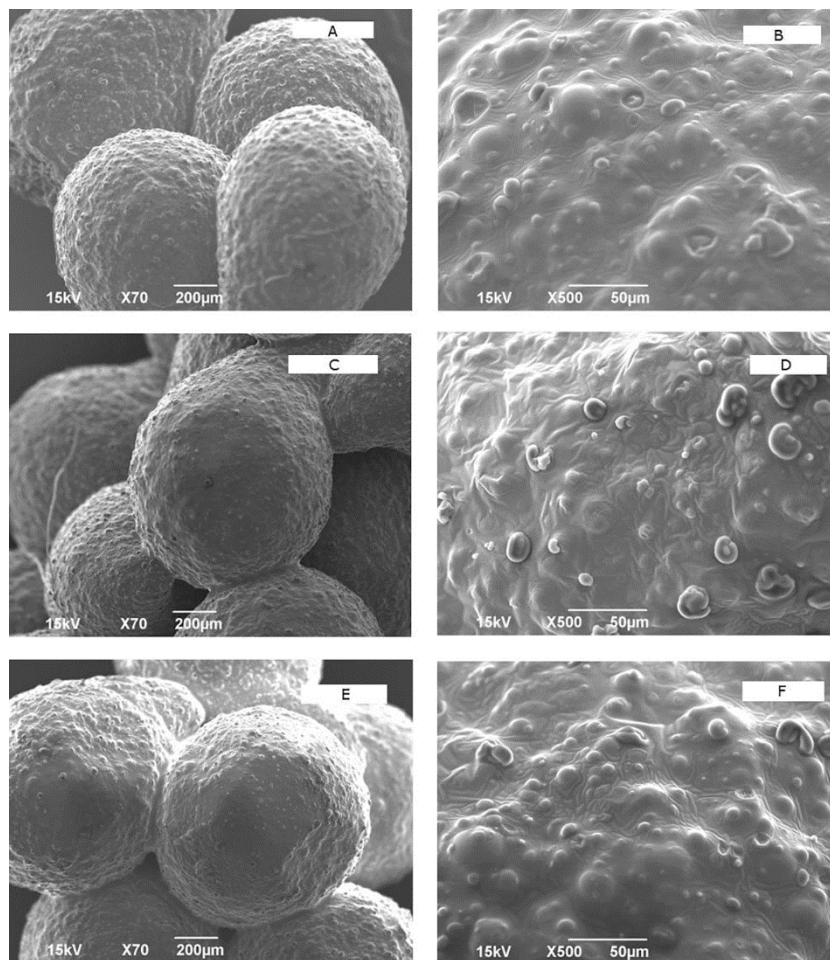
Površina suvih inkapsulata na bazi Ca-alginata, dobijenih tehnikom elektrostatičke ekstruzije, ispitivana je SEM mikroskopijom. Rezultati pokazuju da sušenje ne dovodi do pojave vidljivih pukotina, koje bi mogle da imaju negativni uticaj na stabilnost čestica pri manipulaciji i primeni u proizvodnji obogaćenih prehrambenih proizvoda. Slika 3 prikazuje površine inkapsulata koji sadrže ulja sve tri sorte jabuka, pri uvećanjima od 70 i 500 puta.

Tabela 2. Morfološki parametri inkapsulata dobijenih tehnikom elektrostatičke ekstruzije
Table 2. Morphological parameters of encapsulates obtained using electrostatic extrusion

Inkapsulati ulja Oil encapsulates	Srednji prečnik (μm) Mean diameter (μm)	Faktor sferičnosti Sphericity factor	Faktor skupljanja Shrinkage factor
Ajdared vlažne Idared hydrated	1705 \pm 71	0,111	-
Ajdared suve Idared dry	1041 \pm 70	0,163	0,39
Šumatovka vlažne Shumatovka hydrated	1854 \pm 81	0,136	-
Šumatovka suve Shumatovka dry	1084 \pm 56	0,152	0,41
Zlatni delišes vlažne Golden delicious hydrated	1786 \pm 73	0,108	-
Zlatni delišes suve Golden delicious dry	1012 \pm 48	0,132	0,43

Metodom „sprej” sušenja dobijeni su inkapsulati u formi prahova, blago žute boje i bez vidljivog izdvajanja ulja kao posebne faze. Raspodela veličina čestica uočena za ove inkapsulate pokazuje varijacije u okviru pojedinačnog uzorka, što je tipično za metodu „sprej” sušenja. Razlog je neujednačena disperzija polazne emulzije, što rezultira formiranjem kapi neujednačene veličine. Na slici 4 prikazane se okvirne raspodele veličina čestica inkapsulata dobijenih metodom „sprej” sušenja, a analiza je izvršena na osnovu slika dobijenih pomoću skenirajuće elektronske mikroskopije (slika 5).

„Sprej” sušenjem se, bez dodatnog sušenja, u jednom tehnološkom procesu dobijaju suve čestice inkapsulata, što je svakako prednost ove metode. Međutim, niži prinos i sadržaj ulja u inkapsulatima čine ovu metodu manje pogodnom u odnosu na elektrostatičku ekstruziju. Takođe, tehnika „sprej” sušenja podrazumeva kratkotrajno korišćenje visokih temperatura (iznad 100°C), što može negativno uticati na hemijsku stabilnost inkapsulisanog ulja.



Slika 3. SEM mikroskopske fotografije suvih inkapsulata ulja dobijenih elektrostatičkom ekstruzijom:

A, B - ulje Ajdared (70× i 500×)

C, D - ulje Šumatovka (70× i 500×)

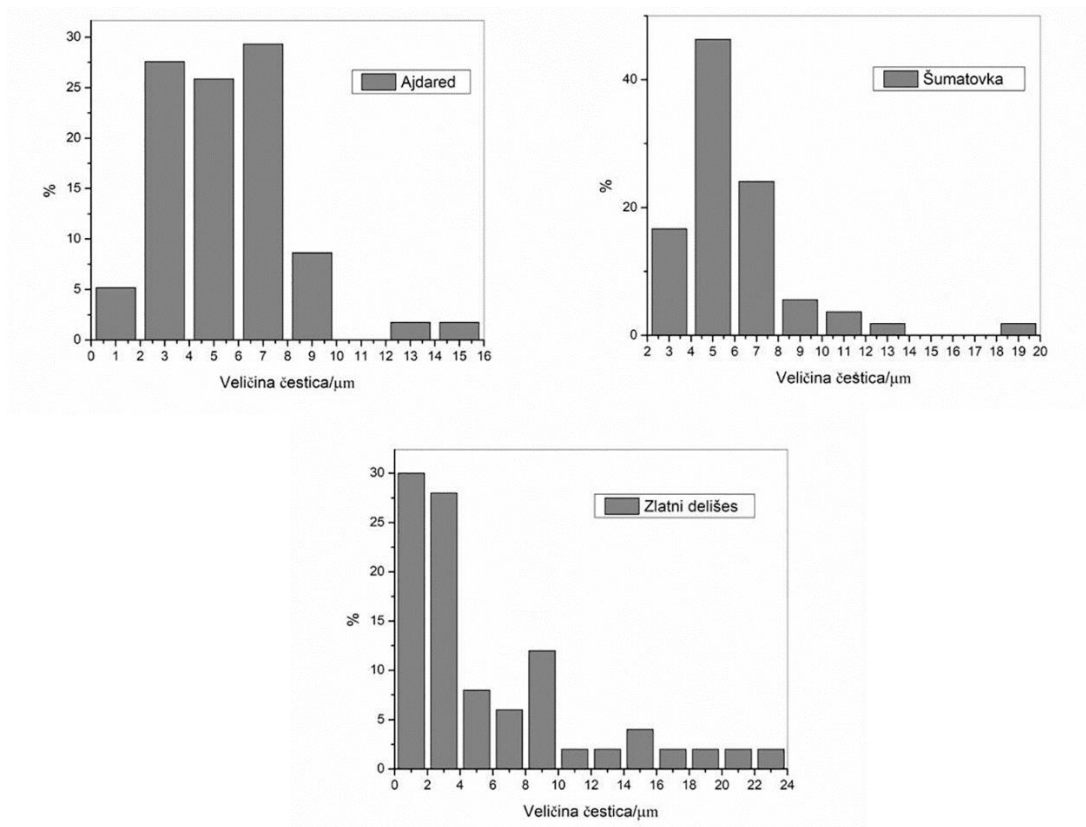
E, F - ulje Zlatni delišes (70× i 500×)

Figure 3. SEM micrographs of dry encapsulates obtained using electrostatic extrusion:

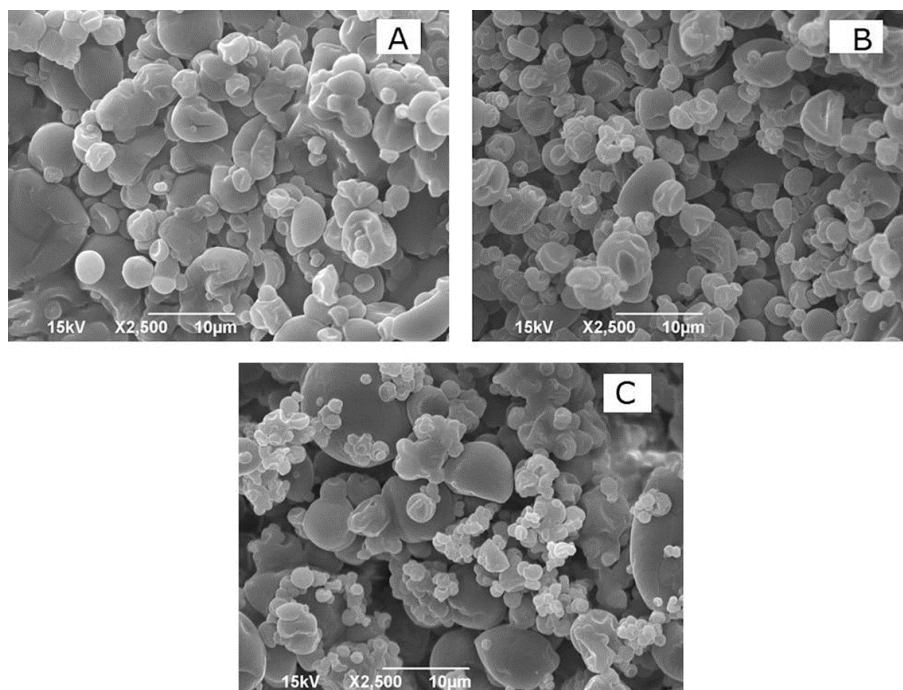
A, B - Idared oil (70× and 500×)

C, D - Shumatovka oil (70× and 500×)

E, F – Golden Delicious oil (70× and 500×)



Slika 4. Raspodela veličine čestica inkapsulata ulja dobijenih tehnikom „sprej” sušenja
Figure 4. Particle size distributions of oil encapsulates obtained using spray drying method



Slika 5. SEM mikroskopske fotografije inkapsulata ulja dobijenih tehnikom „sprej” sušenja
 (A - ulje Ajdared; B - ulje Šumatovka; C - ulje Zlatni delišes)
Figure 5. SEM micrographs of oil encapsulates obtained using spray drying method
 (A - Idared oil; B - Shumatovka oil; C - Golden Delicious oil)

ZAKLJUČAK

Hladno presovana ulja semenki tri sorte jabuke uspešno su inkapsulirana u alginatne čestice metodom elektrostatičke ekstruzije i u smeši nosača metodom „sprej” sušenja. Primena obe metode dovela je do visoke efikasnosti inkapsulacije. Međutim, elektrostatička ekstruzija pokazala se kao superiornija metoda, sa aspekta prinosa inkapsulata i sadržaja ulja. Dobijanje stabilnih inkapsulata i postizanje velike efikasnosti i sadržaja ulja u česticama pruža mogućnost za razvoj funkcionalnih dodataka za prehrambene proizvode, na bazi biljnih ulja. Prednost inkapsulata ogleda se u olakšanoj manipulaciji u tehnološkim postupcima, kao i potencijalno u zaštiti od oksidacije. Osim toga, inkapsulacija ulja iz semenki jabuka svakako predstavlja dodatni iskorak u upotrebi i valorizaciji otpada koji zaostaje u procesu prerade jabuke.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2023. godini između Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i Poljoprivrednog fakulteta, Zemun - Beograd, Univerziteta u Beogradu, evidencioni broj ugovora: 451-03-47/2023-01/200116.

LITERATURA

- Bakry, A.M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M.Y., Mousa, A., Liang, L. (2016). Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 15: 143-182.
- Carneiro, H.C.F., Tonon, R., Grosso, C.R.F., Hubinger, M.D. (2013). Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. *J. Food Eng.* 115: 443-451.
- Chew, S.C., Tan, C.P., Nyam, K.L. (2018). In-vitro digestion of refined kenaf seed oil microencapsulated in b-cyclodextrin/gum arabic/sodium caseinate by spray drying. *J. Food Eng.* 225: 34-41.
- Đorđević, V., Balanč, B., Belščak-Cvitanović, A., Lević, S., Trifković, K., Kalušević, A., Kostić, I., Komes, D., Bugarski, B., Nedović, V. (2015). Trends in encapsulation technologies for delivery of food bioactive compounds. *Food Eng. Rev.* 7: 452-490.
- Katona, J. M., Sovilj, V. J. Petrovic, L. B. (2010). Microencapsulation of oil by polymer mixture-ionic surfactant interaction induced coacervation. *Carbohydr. Polym.* 79: 563-570.
- Polavarapu, S., Oliver, C.M., Ajlouni, S., Augustin, M.A. (2011). Physicochemical characterisation and oxidative stability of fish oil and fish oil-extra virgin olive oil microencapsulated by sugar beet pectin. *Food Chem.* 127: 1694-1705.
- Purić, M., Čabrilo, S. (2021). Nutritivna vrednost i oksidativna stabilnost hladno cedenog ulja iz semenki jabuka kao nusproizvoda prehrambene industrije, Šesti naučno-stručni skup Politehnika, Zbornik radova, Beograd, Srbija, str. 844-848.
- Ruiz, J.C.R., De La Luz Ortiz Vazquez, E., Campos, M.R.S. (2017). Encapsulation of vegetable oils as source of omega-3 fatty acids for enriched functional foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57: 1423-1434.
- Salević, A., Kalušević, A., Lević, S., Nedović, V. (2018). Inkapsulacija bioaktivnih jedinjenja sporednih proizvoda prerade voća. *J. Agric. Sci.* 63(2): 113-137.

**UTICAJ FILTRACIJE I KLARIFIKACIJE NA KVALITET
SIROVOG PRESOVANOG SUNCOKRETOVOG ULJA**

Gordan Parenta^{1}, Ranko Romanić², Tanja Lužaić², Petar Klac¹, Marija Gvozdrenović¹,
Branislav Milković¹, Milivoj Števanov¹, Stevan Švenderman¹, Nenad Vlahović¹*

¹Dijamant D.O.O., Zrenjanin, Republika Srbija

²Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Republika Srbija

IZVOD

Proizvodnja sirovog suncokretovog ulja se sastoji od više faza prerade. Prva faza prerade suncokretovog zrna je sam prijem i priprema zrna suncokreta, odnosno čišćenje i sušenje merkantilnog suncokreta. Ovom tehnološkom operacijom se dobija suncokretovo zrno preradbenog kvaliteta sa optimalnom vlagom i minimalnom nečistoćom. Sledeća faza prerade suncokretovog zrna je samo ljuštenje zrna suncokreta i izdvajanje ljuske iz oljuštenog materijala. Nakon ljuštenja i izdvajanja ljuske iz materijala, sledi zagrevanje i vlaženje materijala kako bi se omogućilo što efikasnije presovanje i kako bi što manje ulja zaostalo u pogači. Kod proizvodnje sirovog suncokretovog ulja u industrijskim postrojenjima, presovano ulje čini više od četiri petine sirovog suncokretovog ulja, dok se ostatak sirovog ulja dobija ekstrakcijom pogače sa rastvaračem *n*-heksanom. Voskovi i fosfatidi, koji su sastavni deo zrna suncokreta, nakon prerade završavaju u sirovom suncokretovom ulju i njihov sadržaj utiče na gubitke tokom rafinacije sirovog suncokretovog ulja. U ovom radu je predstavljeno kako se sadržaj voskova i fosfatida menja i u kojoj meri, tokom tehnoloških operacija filtracije i klarifikacije kod proizvodnje sirovog suncokretovog ulja. Prikazan je sadržaj voskova, fosfatida, vlage i uljnog taloga pre i posle filtracije na AMA filterima, kao i pre i posle filtracije/klarifikacije dekanterom.

Ključne reči: sirovo suncokretovo ulje, filtracija, klarifikacija, voskovi, fosfatidi, vlaga, uljni talog, AMA filteri, dekanter.

**INFLUENCE OF FILTRATION AND CLARIFICATION ON THE QUALITY
OF CRUDE PRESSED SUNFLOWER OIL****ABSTRACT**

The production of crude sunflower oil consists of several stages of processing. A very important stage in the processing of sunflower seeds is the preparation of sunflower seeds, i.e. drying and cleaning of mercantile sunflower seed. This technological operation produces a sunflower grain of processing quality with optimal moisture and minimal impurity. The next important stage of sunflower seed processing is sunflower seeds dehulling and separation of hull from the dehulled material. After dehulling and separation of the hull from the material, it is followed by conditioning the material to

* Gordan Parenta, dipl. inž. tehnol.

Temišvarski drum 14, 23000 Zrenjanin, Republika Srbija
Tel. +381 23 551 227, E-mail: gordan.parenta@dijamant.rs

allow for more efficient pressing and to minimize the amount of oil content in the cake. In the production of crude sunflower oil in industrial plants, the pressed oil makes up more than four fifths of crude sunflower oil, while the rest of the crude oil is obtained by extracting the cake with a solvent *n*-hexane. Waxes and phosphatides, which are an integral part of sunflower seeds after processing, end up in crude sunflower oil and their content affects the losses during the refining of crude sunflower oil. This paper presents changes of the waxes and phosphatides content during various technological operations of filtration in the production of crude sunflower oil. The content of waxes, phosphatides, moisture, and oil sludge is shown before and after filtration on AMA filters, as well as before and after filtration/clarification on decanter.

Key words: crude sunflower oil, filtration, clarification, waxes, phosphatides, moisture, oil sludge, AMA filters, decanter.

UVOD

Suncokretovo ulje sadrži voskove, koji su po strukturi estri viših masnih kiselina i alkohola. Sadržaj voskova u uljima varira i zavisi od vrste semena uljarica, varijeteta semena hibrida i od vremenskih prilika tokom sazrevanja semena (vlažni i sušni vremenski periodi). Sve ovo je vezano za fiziološku ulogu voskova u sklopu semena, a svodi se na očuvanje klijavosti. Pri temperaturi ispod 18°C voskovi stvaraju voluminozan talog i već veoma male količine od 10 mg/kg prouzrokuju izrazito zamućenje u ulju.

Pošto su voskovi estri visokomolekularnih monohidroksilnih alkohola sa višim masnim kiselinama, njihovi molekuli sadrže 50 do 60 ugljenikovih atoma. Prisustvo voskova je posebno karakteristično za suncokretovo ulje, u koje oni dospevaju iz ljuske tokom prerade semena suncokreta. Sadržaj voskova u sirovom suncokretovom ulju pored navedenih faktora zavisi i od samog ljuštenja suncokreta kao i od odvajanja ljuske iz oljuštenog materijala, s obzirom da se u ljusci prirodno nalazi najviše voskova. Voskovi imaju izuzetan uticaj na sam kvalitet jestivih ulja. Voskovi nemaju negativan uticaj sa fiziološkog stanovišta, ali veoma utiču na senzorsku ocenu ulja od strane samih potrošača (izgled i bistrina).

Fosfatidi (fosfolipidi) su značajan indikator kvaliteta kod sirovog suncokretovog ulja. Fosfolipidni kompleks biljnih ulja ima veoma složen sastav. Osnovu fosfatidnih komponenti čini fosfatidna kiselina koja se sastoji od glicerola na kojem se u položaju jedan i dva nalaze masne kiseline esterifikovane –OH grupama, a u položaju tri je esterefikovan molekul fosforne kiseline. Na reaktivnu grupu fosforne kiseline, estarskim vezama se vezuje neka bazna amino grupa. Fosfatidi (fosfolipidi) su estri fosfatidne kiseline sa aminoalkoholima ili sa polialkoholima. Neki od fosfolipida prisutni u sirovom suncokretovom ulju su: fosfatidilholin (lecitin, holinlecitin), lizofosfatidilholin, fosfatidiletanolamin (kefalin, holamin lecitin), fosfatidilserin (serinkefalin), lizofosfatidilserin, fosfatidilinozitol (lipozitol) i lizofosfatidilinozitol.

Pri preradi uljarica presovanjem i ekstrakcijom, pod uticajem toplote, vlage ili rastvarača, fosfatidi prelaze u ulje. Njihov sadržaj u ulju zavisi od količine fosfolipida u samom semenu, od stepena zrelosti i uslova čuvanja semena, kao i od načina i tehnološkog režima izdvajanja ulja. U ovom radu su praćene količine voskova, fosfolipida, vlage i taloga pre i posle filtracije na AMA filterima i filtracije/klarifikacije pomoću dekantera. Što je efikasnije izdvajanje ovih komponenti (voskova, fosfolipida itd.) to su manji gubici prilikom rafinacije sirovog

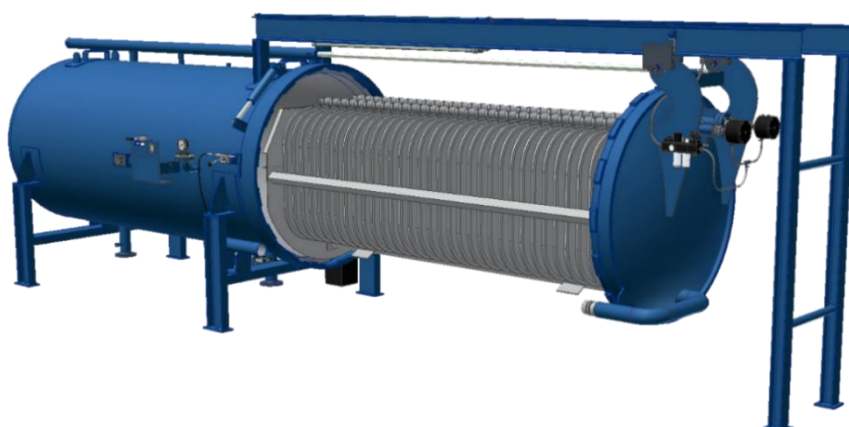
suncokretovog ulja. Sirovo suncokretovo ulje boljeg kvaliteta obezbeđuje manje rafinacione gubitke, ali i kontinualan proces rafinacije sirovog ulja sa maksimalnim kapacitetom prerade.

Tehnološki postupak proizvodnje sirovog suncokretovog ulja

Sirovo suncokretovo ulje se dobija kroz više faza prerade suncokretovog zrna. Merkantilno suncokretovo zrno se tokom prijema i otkupa zrna prvo prima i skladišti, zatim čisti i suši kako bi zrno bilo optimalnog kvaliteta i spremno za dalju preradu. Nakon ljuštenja i izdvajanja ljuske iz pripremljenog zrna suncokreta, materijal se greje indirektno, vlaži direktno parom i dalje presuje. Prilikom grejanja i presovanja prirodne komponente suncokretovog zrna, kao što su voskovi i fosfolipidi, završe u sirovom presovanom i sirovom ekstrahovanom ulju dobijenom iz pogače. Filtracijom se prvenstveno uklanjaju mehaničke nečistoće iz ulja, a pored toga uklanjaju se i fosfatidi, odnosno voskovi.

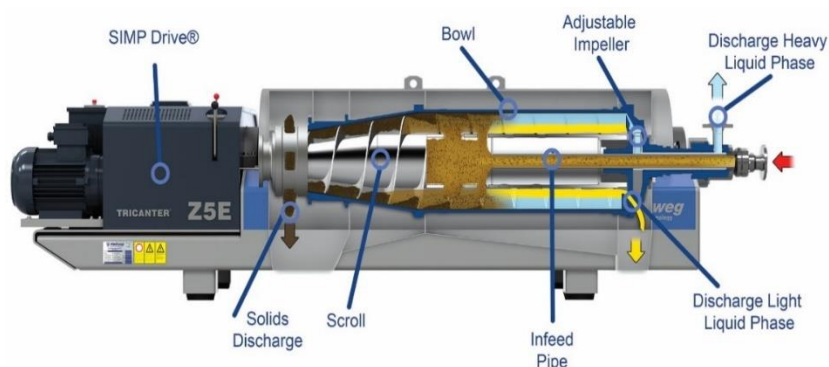
MATERIJAL I METODE RADA

U ovom radu su prikazani rezultati dobijeni filtracijom na horizontalnim filter ramovima (AMA filteri) ukupne površine filtracije 60 m² (slika 1) i filtracijom/klarifikacijom sa dekanterom maksimalnog kapaciteta od 300 t/dan sirovog suncokretovog ulja (slika 2).



Slika 1. Horizontalni AMA filter

Figure 2. Horizontal AMA filter



Slika 3. Dekanter

Figure 4. Decanter

Temperatura ulja pri filtraciji/klarifikaciji je bila u intervalu 85-95°C. S obzirom da su temperature sirovog suncokretovog ulja kod primarne prerade suncokreta visoke, očekuje se bolje izdvajanje fosfatida tokom filtracije nego izdvajanje samih voskova. Međutim, ni izdvajanje voskova kod ove dve tehnološke operacije nije zanemarljivo, što će se i videti u nastavku rada sa rezultatima analiza voskova pre i posle filtracije odnosno klarifikacije dekanterom.

U eksperimentu prilikom praćenja filtracije na AMA filterima, kao i kasnije u eksperimentu sa dekanterom, uzorci su uzimani više dana za redom tokom kontinualnog procesa proizvodnje bez zastoja. Uzorci su uzimani tri puta dnevno, odnosno jednom u svakoj smeni proizvodnje. Uzorci ulja pre filtracije i klarifikacije su uzeti iz rezervoara presovanog ulja, a nakon filtracije na izlazu iz AMA filtera, odnosno nakon dekantera na samom izlazu iz dekantera.

Sadržaj fosfatida određivan je spektrofotometrijskom AOCS (1989) metodom u laboratoriji Dijamant-a D.O.O. u Zrenjaninu. Korišćena je mikro metoda za određivanje sadržaja fosfora u ulju UV/VIS spektrofotometrijom. Sva određivanja su rađena iz dva ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrednost.

Sadržaj voskova određivan je gravimetrijskom metodom (Turkulov, 1986; Dimić i Turkulov, 2000) na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Sva određivanja su rađena u dva ponavljanja, a rezultati su prikazani kao srednja vrednost.

Sadržaj taloga je određivan internom metodom centrifugiranja uz pomoć centrifuge na 3000 obrtaja u minuti u trajanju od 30 minuta, a rezultat je iskazan u volumetrijskim procentima iz graduisane kivete zapremine 10 mL.

Sadržaj vlage je određivan u sušnici po standardu SRPS EN ISO 662:2017, a rezultati su izraženi u procentima.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 prikazan je sadržaj fosfora (ppm), fosfatida (u ppm i %), udela hidratabilnih fosfatida (%) i nehidratabilnih fosfatida (%) na ulazu/izlazu iz AMA filtera i na ulazu/izlazu iz dekantera.

Tabela 1. Sadržaj fosfora (ppm), fosfatida (ppm i %), udela hidratabilnih fosfatida (%) i udela nehidratabilnih fosfatida (%) na ulazu i izlazu iz AMA filtera i dekantera

Table 1. Content of phosphorus (ppm), phosphatides (ppm and %), hydratable phosphatides (%) and non-hydratable phosphatides (%) at the inlet and outlet of the AMA filter and decanter

		Fosfor [ppm]	Fosfatidi [ppm]	Fosfatidi [%]	Udeo hidratabilnih fosfatida [%]	Udeo nehidratabilnih fosfatidi [%]
AMA filter	Ulaz	169	4232	0,42	84	16
	Izlaz	53	1329	0,13	63	37
Dekanter	Ulaz	173	4316	0,43	85	15
	Izlaz	77	1915	0,19	76	24

Iz rezultata se može videti da nakon filtracije na AMA filterima dolazi do značajnog smanjenja sadržaja fosfatida u uzorcima, kao i prilikom klarifikacije sa dekanterom. U uzorcima ulja na

izlazu iz AMA filtera, kao i na izlazu iz dekantera, može se primetiti da je došlo do porasta udela nehidratibilnih fosfatida. Možemo zaključiti da se prilikom filtracije na AMA filterima i klarifikacije dekanterom najvećim delom izdvajaju uglavnom hidratibilni fosfatidi.

U tabeli 2 prikazani su rezultati analiziranog sadržaja vlage (%) i taloga (%) na ulazu i na izlazu iz AMA filtera odnosno dekantera.

Tabela 1. Sadržaj vlage (%) i taloga (%) na ulazu/izlazu iz AMA filtera i dekantera

Table 2. Moisture content (%) and sediment (%) at the inlet/outlet of the AMA filter and decanter

		Vlaga [%]	Talog [%]
AMA filter	Ulaz	0,06	2,5
	Izlaz	0,04	0,5
Dekanter	Ulaz	0,11	2,5
	Izlaz	0,15	2,0

Iz tabele 2 se može videti da nakon filtracije na AMA filterima dolazi do smanjenja vlage u uzorcima sa 0,06% na 0,04%, dok na uzorku iz dekantera dolazi do porasta sadržaja vlage sa 0,11% na 0,15%. Porast vlage u uzorku na izlazu iz dekantera posledica je dodavanja demineralizovane vode u ulje tokom kontinualnog režima rada dekantera. Može se videti iz rezultata u tabeli 2 da je nakon filtracije na AMA filterima došlo do boljeg izdvajanja taloga. Sadržaj taloga presovanog ulja je na ulazu filtracije i klarifikacije iznosio 2,50%, dok je na izlazu posle filtracije iznosio 0,50%, a posle klarifikacije 2,00%.

U tabeli 3 je prikazan sadržaj voskova na ulazu/izlazu iz AMA filtera i dekantera.

Tabela 2. Sadržaj voskova na ulazu (ppm i %) i sadržaj voskova na izlazu (ppm i %) iz AMA filtera i dekantera

Table 3. The content of waxes at the inlet (ppm and %) and the content of waxes at the outlet (ppm and %) from the AMA filter and decanter

Sadržaj voskova		[ppm]	[%]
AMA filter	Ulaz	1513	0,15
	Izlaz	1079	0,11
Dekanter	Ulaz	1516	0,15
	Izlaz	1283	0,13

Iz tabele 3 se može videti da se voskovi prilikom filtracije na AMA filterima bolje izdvajaju nego prilikom klarifikacije sa dekanterom. Sadržaj voskova u uzorku ulja pre filtracije, tj. na ulazu u AMA filter je iznosio 1513 ppm, dok je posle filtracije iznosio 1079 ppm. Sadržaj voskova u uzorku pre klarifikacije, tj. na ulazu u dekanter je iznosio 1516 ppm, dok je posle klarifikacije dekanterom iznosio 1283 ppm.

ZAKLJUČAK

Filtracijom na AMA filterima i klarifikacijom sa dekanterom presovanog suncokretovog ulja po propisanim tehnološkim postupcima i uslovima rada, značajno se smanjuje sadržaj fosfatida u suncokretovom ulju. Filtracijom i klarifikacijom izdvaja se i određena količina voskova u sirovom suncokretovom ulju. Prednosti filtracije u odnosu na klarifikaciju dekanterom su bolje izdvajanje voskova i taloga, manji sadržaj vlage i nešto bolje izdvajanje fosfatida. Filtracijom na AMA filterima dobija se kvalitetnije sirovo suncokretovo ulje. Nedostaci filtracije su diskontinualan režim rada, veće angažovanje operatera tokom rada, samo čišćenje filtera i diskontinualno doziranje nastalog taloga u materijal koji posle odlazi na kondicioniranje. Prednosti klarifikacije dekanterom u odnosu na filtraciju su kontinualan i automatski režim rada, manje angažovanje operatera i kontinualno doziranje taloga u materijal pre kondicioniranja. Prednost rada sa dekanterom u odnosu na filtraciju na AMA filterima je i to što zauzimaju značajno manje prostora u pogonu. Kod većih kapaciteta prerade sirovog suncokretovog ulja AMA filteri iziskuju veći prostor unutar pogona i to može biti ograničavajući faktor za rad sa AMA filterima. Rad sa dekanterom je potpuno automatizovan i uticaj ljudskog faktora na kvalitet procesa proizvodnje je sveden na minimum u odnosu na filtraciju na AMA filterima. Kod filtracije na AMA filterima je uglavnom ručni režim rada, tj. samo upravljanje je ručno i zahteva dobru obučenost i iskustvo operatera. Treba napomenuti da je klarifikacija dekanterom obično prva faza prerade sirovog presovanog ulja gde se uklanja grubi talog i mehaničke nečistoće. Druga faza prerade sirovog presovanog ulja je vodeno degumiranje centrifugalnim separatorom i sušenje ulja uz pomoć vakuum sušnice. Pomoću separatora se uklanjaju zaostali hidratabilni fosfatidi, određena manja količina voskova i preostali talog. Uz pomoć vakuum sušnice se uklanja preostala količina vlage koja je zaostala nakon klarifikacije dekanterom i nakon dodatka demineralizovane vodom tokom vodenog degumiranja. Talog nastao u procesu vodenog degumiranja se dalje koristi za proizvodnju lecitina. Na kraju možemo zaključiti da oba ova tehnološka postupka kako filtracija tako i klarifikacija sirovog presovanog suncokretovog ulja omogućavaju bolji kvalitet sirovog suncokretovog ulja. Kvalitetnije sirovo suncokretovo ulje omogućava manje rafinacione gubitke u toku procesa rafinacije sirovog ulja i obezbeđuje kontinuitet procesa proizvodnje jestivog rafinisanog suncokretovog ulja.

Napomena

Rezultati iz ovog rada su prezentovani na 64. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, održanom od 25. do 30. juna 2023. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

- AOCS Official Method Ca 12-55 (1989). Phosphorus in Oil. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, ed. D. Firestone, American Oil Chemists' Society, Champaign, USA, pp. 1-2.
- Dimić, E. (1990). Voskovi u ulju suncokreta i pregled metoda za njihovo određivanje, *Uljarstvo*, 27(1-2), 46-49.
- Dimić, E., Turkulov, J. (2000). Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet Novi Sad.
- Nedić Grujin, K., Romanić, R., Nikolovski B. (2019). Sadržaj voskova i ulja u filtracionoj pogači nakon filtracije ulja suncokreta pomoću filtracionog sredstva na bazi celuloze, 60. Savetovanje:

-
- Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi.
- Parenta, G. (2019). Uticaj filtracije i degumiranja na sadržaj voskova i fosfatida u sirovom suncokretovom ulju, 60. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi.
- Rac, M. (1964). Ulja i masti, Sirovine, hemija i tehnologija jestivih ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd.
- SRPS EN ISO 662 (2017). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje sadržaja vlage i isparljivih materija,
- Toth, N. (1999). Odvoštavanje i vinterizacija ulja, 40. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Palić, pp. 5-8.

**POVEĆANJE EFIKASNOSTI UKLANJANJA RASTVARAČA
ZAMENOM PRESA U POGONU SPC***Vladimir Šarac, Zoran Nikolovski*, Milan Ševo, Branislav Sremčev*

Sojaprotein D.O.O., Bečej, Republika Srbija

IZVOD

Proces proizvodnje tradicionalnih sojinih proteinskih koncentrata (SPC) obuhvata sledeće operacije: prosejavanje ulaznog materijala, ekstrakciju šećera i ostalih materija rastvorljivih u rastvoru voda/alkohol, presovanje materijala iz ekstraktora u cilju uklanjanja rastvarača, tostovanje i potpuno uklanjanje rastvarača iz čvrstog dela, kao i dodatne procese prosejavanja i mlevenja.

Cilj presovanja je uklanjanje rastvarača iz čvrstog dela materijala koji se dobija nakon ekstrakcije. Uobičajeni sadržaj rastvarača u materijalu iz ekstraktora je 60-62% isparljivih materija, koje predstavljaju voda i etanol. Cilj presovanja je uklanjanje što je moguće više rastvarača kako bi se rasteretio sledeći korak procesa, u kom se termičkim tretmanom uklanja rastvarač.

Ključne reči: sojin proteinski koncentrat, presovanje, rastvarač.

**REPLACEMENT OF THE PRESS IN THE SPC PLANT IN ORDER
TO INCREASE THE EFFICIENCY OF SOLVENT REMOVAL****ABSTRACT**

Traditional soybean protein concentrates (SPC) are produced by sieving input material, extracting sugar and other substances soluble in water/alcohol solution, pressing the material from the extractor in order to remove the solvent, toasting and complete removal of the solvent from the solid part, along with further sieving and grinding processes.

The purpose of the pressing process is solvent removal from the solid part of the material obtained after extraction. The usual solvent content in the material from the extractor is 60-62% of volatiles, mainly water and ethanol. The goal of pressing is to remove as much solvent as possible to relieve the next step where heat treatment removes the solvent.

Key words: soybean protein concentrate, pressing, solvent.

UVOD**Tehnološki opis pogona za proizvodnju sojinog proteinskog koncentrata (SPC)**

Sojin proteinski koncentrat (SPC) sadrži oko 70% proteina i predstavlja važan izvor proteina u ishrani ljudi i životinja. Priprema se uklanjanjem frakcije rastvorljivih šećera i nekih jedinjenja iz obezmašćene sojine sačme. Tokom tretmana, proteini prelaze u formu koja nije rastvorljiva, dok deo šećera ostaje

* Zoran Nikolovski, dipl. inž. tehnol.
Industrijska 1, 21220 Bečej, Republika Srbija
Tel. +381 21 691 5311, E-mail: zoran.nikolovski@adm.com

rastvorljiv. Nakon toga se čvrsti deo koji sadrži uglavnom proteine i nerastvorljive šećere disperguje u vodi, neutrališe do pH 7 ukoliko je potrebno, a zatim suši i na taj način se dobija sojin proteinski koncentrat (Guo, 2009). Većina komercijalno dostupnih koncentrata se dobija alkoholnom ekstrakcijom.

U pogonu za proizvodnju sojinog proteinskog koncentrata obezmašćene tostovane bele flekice (UTBF) se lančastim transporterom dopremaju u prijemne ćelije alkoholne ekstrakcije. Flekice iz ovih ćelija prelaze preko sita kako bi se odvojile krupne frakcije, koja se dalje kreću preko puževa za natapanje u ekstraktor. Sitna frakcija se pneumatskim transportom šalje u odeljenje brašna i griza. U horizontalnom ekstraktoru se odvija tehnološki proces unakrsne, višestepene, protivstrujne ekstrakcije pomoću rastvarača voda/etanol. U procesu ekstrakcije dolazi do izdvajanja rastvorljivih šećera iz flekica, te se nakon ekstrakcije dobijaju dva toka materijala: čvrsti i tečni.

Čvrsti tok materijala čini tok sojinog proteinskog koncentrata koji je natopljen rastvaračem. Ovaj materijal prolazi kroz prese i potom se lančastim transporterom doprema u uređaje za desolventizaciju/tostovanje), a nakon toga i u uređaj za sušenje i hlađenje. Nakon sušenja i hlađenja, dobija se međufazni proizvod sojin proteinski koncentrat koji se pneumatskim transportom šalje u pogon obrade sojinog proteinskog koncentrata.

Deo materijala sa presa se doprema u lančasti transporter, bunker i zatim pužnim transporterom ulazi u cevni sistem za desolventizaciju.

Tečni tok materijala čini bogata miscela čijom se višestepenom destilacijom izdvaja rastvarač iz sojine melase. Sojina melasa se koncentriše u postupku uparavanja i sušenja i šalje u tank kotlarnice za biomasu. Sojina melasa se koristi kao energent i kao dodatak hrani za životinje.

Celokupan pogon ekstrakcije je pokriven sistemom za apsorpciju para etanola koje se nakon desorpcije i kondenzacije vraćaju u tehnološki proces.

Za potrebe hlađenja i obaranja para etanola koristi se rashladni sistem.

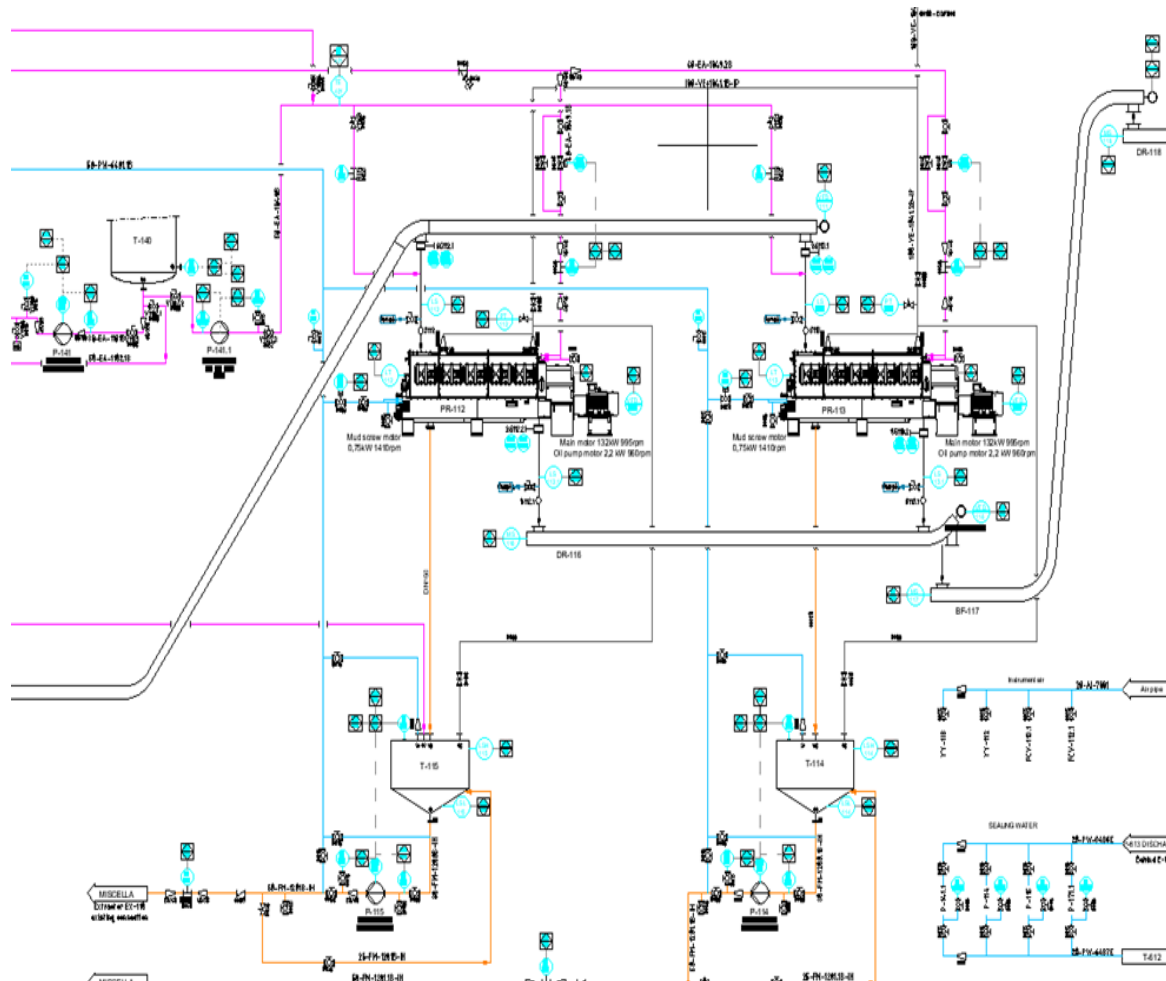
Pogon za obradu sojinog proteinskog koncentrata

Međufazni sojin proteinski koncentrat se skladišti u ćelijama pogona za obradu sojinog proteinskog koncentrata. SPC se melje na mlinu radi postizanja granulacije definisane u specifikaciji pojedinih proizvoda. SPC odgovarajućeg kvaliteta se pakuje u tzv. *big bag* vreće, izdaje preko rinfuz ćelije, ili šalje u pogon za proizvodnju brašna i griza BiG i teksturiranih sojinih proteinskih koncentrata.

Pri proizvodnji teksturiranih sojinih proteina, međufazni proizvod se usitnjava na turbo mlinovima na određenu granulaciju, potom ekstrudira, prosejava, suši i pakuje na pakericama, odakle se šalje u magacin gotovih proizvoda (tehnička dokumentacija Sojaproteina).

Presovanje u pogonu SPC

Čvrsti deo materijala iz ekstraktora sadrži 58-63% rastvarača (rastvor etanol-voda 62-68%*m/m* se koristi kao rastvarač). Nakon ekstraktora, ovaj čvrsti deo prolazi kroz pužne prese u cilju istiskivanja rastvarača. Istiskivanje rastvarača je potrebno da bi se smanjilo opterećenje sledećih tehnoloških operacija koje imaju za cilj potpuno uklanjanje rastvarača i sušenje samog proizvoda (slika 1).



Slika 1. Šematski prikaz P&I dijagrama sekcije presovanja
 Figure 1. P&I diagram pressing section

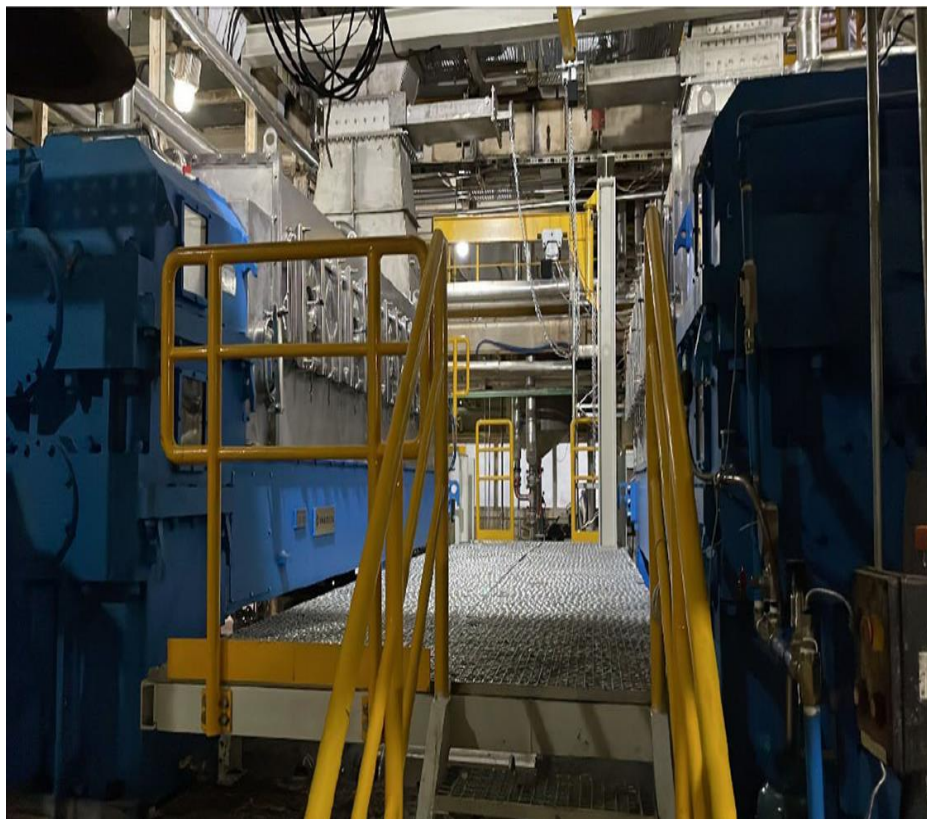
Pre zamene presa 2022. godine, koristile su se jednapužne prese, a ukupan broj presa je bio tri. Tadašnje prese su instalirane 2011. godine u okviru izgradnje kompletnog pogona za proizvodnju SPC. Ove prese su zamenjene sa dvopužnim presama i sada ih ima dve (slika 2).

Cilj rada je da pokaže značaj zamene presa kao i sve benefite koji su ostvareni njihovom zamenom.

MATERIJAL I METODE RADA

Pri redovnoj kontroli procesa proizvodnje SPC, kontrolne tačke predstavljaju uzorci materijala pre i posle presa, analizira se sadržaj isparljivih materija. Obradeni su i analizirani podaci iz perioda 2022-2023. godine.

Analizirani su i troškovi električne i toplotne energije u sklopu redovnog praćenja troškova procesa proizvodnje. Obradeni su podaci za period od januara 2019. do aprila 2023. godine.



Slika 2. Dvopužne prese
Figure 2. Twin screw press

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabelama 1 i 2 su prikazani prosečni rezultati merenja sadržaja rastvarača za SPC pre i posle presa, kao i rezultati praćenja operativnih troškova.

U periodu 2022-2023, prosečan sadržaj rastvarača u uzorcima pre prese je bio u rasponu od 59,76% do 61,86% zavisno od meseca kada je analiza rađena. Prosečan sadržaj rastvarača posle prese u periodu do zamene presa (do septembra 2022. godine) je bio u intervalu 55,88-57,52%. Razlika u sadržaju rastvarača u SPC pre i posle prese je bila u rasponu 3,55% do 4,45%.

Prosečan sadržaj rastvarača posle prese u periodu posle zamene presa se kretao u rasponu od 52,22% do 54,80%. Najviši udeo rastvarača posle prese je za 1% manji u odnosu na najniže dobijene vrednosti u periodu pre zamene prese. Nove prese su, takođe doprinele boljoj efikasnosti u pogledu uklanjanja rastvarača, te je razlika u sadržaju rastvarača pre i posle prese dva puta veća (7,06-8,93%) u odnosu na razliku pre zamene prese.

Tabela 1. Rezultati ispitivanja sadržaja rastvarača pre i posle presa
Table 1. Results of the solvent content test before and after the press

Godina Year	Mesec Month	Sadržaj rastvarača %(m/m) Solvent content % (m/m)		
		Pre presa Before press	Posle presa After press	Razlika Difference
2022	Januar January	61,34	57,52	3,82
	Februar February	60,21	56,61	3,60
	Mart March	60,19	56,59	3,60
	April April	60,18	56,63	3,55
	Maj May	60,63	57,00	3,63
	Jun June	59,76	55,88	3,88
	Jul July	59,96	55,63	4,33
	Avgust August	61,45	57,00	4,45
	Septembar September	Zamena presa Press change		
	Oktobar October	61,86	54,80	7,06
	Novembar November	61,51	52,91	8,60
	Decembar December	61,34	53,86	7,48
2023	Januar January	61,36	53,76	7,60
	Februar February	61,15	52,22	8,93
	Mart March	60,55	52,34	8,21
	April April	60,65	52,65	8,00

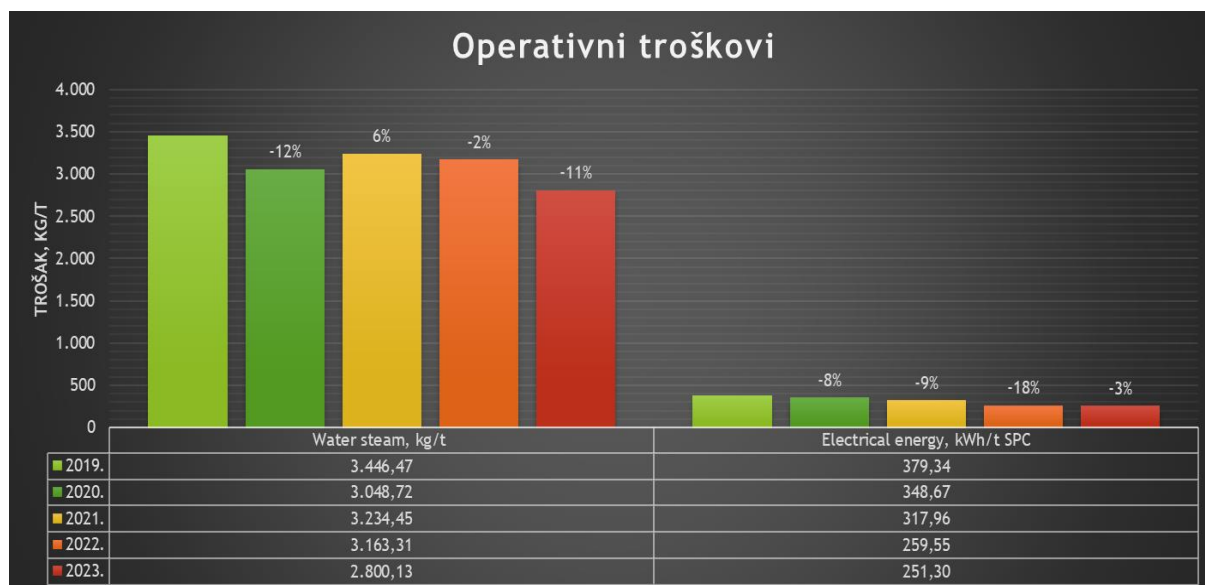


Tabela 2. Dijagram i tabela, operativni troškovi električne i toplotne energije po jedinici proizvoda 2019-2023

Table 2. Diagram and table, operating costs of electricity and termical energy per product unit 2019-2023

Operativni troškovi potrošnje toplotne energije po jedinici proizvoda u vidu vodene pare imaju trend pada, a značajnije umanjjenje je zabeleženo 2023. godine, 11% niže u odnosu na 2022. godinu. Operativni troškovi potrošnje električne energije po jedinici proizvoda imaju trend pada tokom godina, značajan pad nastupa od 2022 godine i zamene presa, ukupna razlika za 2022. i 2023. godinu u zbiru je 21%.

ZAKLJUČAK

Zamenom presa u septembru 2022. godine primećeno je smanjenje sadržaja rastvarača u materijalu posle presa u rasponu od 3,5% do 4%. To je doprinelo manjem opterećenju sistema za kompletno uklanjanje rastvarača i konačno umanjenu operativnih troškova za toplotnu energiju od 11%.

Ugradnjom novih dvopužnih presa ostvareno je uvećanje i stabilizacija ukupnog kapaciteta proizvodnje SPC-a što je za posledicu imalo umanjjenje potrošnje električne energije po jedinici proizvoda za 21%.

Napomena

Rezultati iz ovog rada su prezentovani na 64. Savetovanju industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, održanom od 25. do 30. juna 2023. godine u Herceg Novom, u Crnoj Gori.

LITERATURA

Guo, M. (2009). Soy Food Products and their Health Benefits (Chapter 7). Ed. M. Guo, In: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Functional Foods, Principles and

Technology. Woodhead Publishing; pp. 237-277. <https://doi.org/10.1533/9781845696078.237>

Tehnička dokumentacija Sojaprotein d.o.o., Bečej.

IN MEMORIAM**Prof. dr STEVAN MAŠIREVIĆ
1952 – 2022.**

Stevan Maširević rođen je u Somboru 1952. godine gde je završio osnovnu školu i gimnaziju. Na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu je diplomirao, odbranio magistarski rad, i 1983. godine doktorsku disertaciju na temu „Uticaj obrade zemljišta težeg mehaničkog sastava na pojavu oboljenja šećerne repe sličnih rizomaniji”. U zvanje docenta je izabran 1984. godine i odmah postaje direktor Instituta za zaštitu bilja Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, do kraja 1984. godine kada prelazi u Institut za ratarstvo i povrtarstvo u Zavod za uljane kulture. Zvanje vanrednog profesora stekao je 1991., a u zvanje redovnog profesora fitopatologije izabran je 1994. godine.

1987. godine bio je u naučnoj misiji na programu unapređenja proizvodnje suncokreta u Pakistanu po pozivu njihove vlade. Od septembra 1987. godine do januara 1989. godine boravio je u SAD na North Dakota State University u Fargu kao Fulbrajtove stipendista na postdoktorskim studijama. Tokom 1991. godine bio je na specijalizaciji u SAD po Cochran-ovom programu. Od 1992. godine boravio u nekoliko navrata u Indiji od 1 do 3 meseca, gde je radio na uvođenju hibrida i sorata iz Jugoslavije u Indiju. Od 1996. godine je jedan od direktora u Bordu direktora zajedničke jugoslovensko-indijske kompanije JVC Zuari Seeds u Indiji.

2001. godine imenovan je za pomoćnika Saveznog Ministra poljoprivrede. U periodu 2002. do 2006. godine obavljao je funkciju pomoćnika direktora za međunarodnu saradnju u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Potom je postavljen za direktora Uprave za zaštitu bilja u Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. U više mandata bio je član Saveta Instituta i Fakulteta, kao i Nastavno-naučnog Veća Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Bio je zamenik predsednika Saveta instituta i predsednik Naučnog Veća Instituta za ratarstvo i povrtarstvo.

U toku svoje impresivne karijere bio je i rukovodilac Evropskog FAO programa za istraživanja bolesti suncokreta, član stručnog veća za polje tehničko-tehnoloških nauka Senata Novosadskog Univerziteta, član Upravnog odbora PKB korporacije u Beogradu, kao i Nacionalne laboratorije za ispitivanje semena u Novom Sadu, član komisije za poljoprivredu Fonda za razvoj Vojvodine, član Saveta Poljoprivrednog fakulteta, Odbora odeljenja za prirodne nauke Matice Srpske, redakcije časopisa Biljni lekar i Uljarstvo, odbora za selo Srpske

Akademije Nauka i umetnosti u Beogradu, Akademije inženjerskih nauka Srbije. U nekoliko mandata bio je sekretar Društva za zaštitu bilja Jugoslavije i Vojvodine.

U periodu od 2012. do 2015. godine bio je direktor Departmana za fitomedicinu i zaštitu životne sredine na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. 2017. godine izabran je za redovnog profesora u Evropskom centru za razvoj mira (ECPT) sa sedištem u Beogradu.

Držao je nastavu na osnovnim, master i doktorskim studijama na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Bio je mentor mnogih diplomskih, magistarskih i master radova i većeg broja doktorskih disertacija, rukovodilac i učesnik domaćih i stranih naučnih projekata. Autor je preko 300 naučnih radova, dvadesetak knjiga i monografija i više desetina stručnih radova.

Tokom plodne četrdesetogodišnje karijere naučnika i profesora, istraživanja prof. Stevana Maširevića u oblasti patologije biljaka imala su međunarodni uticaj, a njegova leaderska uloga u Srbiji, FAO i ISA doprinela je unapređenju tehnologije i proizvodnje suncokreta u Srbiji i svetu.

U naučnom radu bavio se bolestima biljaka i to pre svega bolestima šećerne repe i suncokreta.

Posebnu pažnju posvetio je suzbijanju parazita gajenog bilja upotrebom pesticida i nepesticidnim merama borbe. Značajan je njegov doprinos iznalaženju metoda veštačke inokulacije radi testiranja selekcionog materijala u stvaranju otpornih hibrida suncokreta.

Njegov najznačajniji rad je učešće u otkriću i opisu do tada u svetu nepoznatog fenomena – prouzrokovala bolesti *Fomopsis* (*Phomopsis spp.*).

U znak zahvalnosti za pronalaženje nove bolesti, grupa naučnika iz Australije odala je počast Stevanu Mašireviću dajući po njemu ime gljivama iz ovog roda *Phomopsis masirevici* i *Diaporthe masirevici*. Njegov rad obuhvata i druge važne teme: uzročnike bolesti suncokreta (rđa, plamenjača, foma i sklerocijnija), volovod, unapređenje međunarodne proizvodnje suncokreta, istraživanje i rad na sadržaju ulja, sadržaju proteina, selekciji hibrida otpornih na dominantne bolesti, otpornosti na herbicide, uvođenju dobre poljoprivredne prakse i tretmanu semena. Zajedno sa akademikom Draganom Škorićem, profesor Stevan Maširević je koautor tri hibrida suncokreta registrovana u Evropskoj uniji.

2012. godine izabran je predstavnik Srbije u Bordu Svetske Suncokretarske Asocijacije - ISA. Za svoj vrhunski doprinos istraživanjima i unapređenju gajenja suncokreta u svetu, na dvadesetoj međunarodnoj konferenciji o suncokretu 2022. godine u Novom Sadu, nagrađen je od strane ISA nagradom akademika Pustovojsa, najvećim svetskim priznanjem ove vrste.

Dr Vladimir Miklič

Događaji

INFORMACIJA O ODRŽAVANJU SKUPA

64. SAVETOVANJE

PROIZVODNJA I PRERADA ULJARICA

- sa međunarodnim učešćem -

Hunguest Hotel „Sun Resort”, Herceg Novi, Crna Gora

25 - 30. jun 2023. godine

64th CONFERENCE

PRODUCTION AND PROCESSING OF OILSEEDS

- with international participation -

Hunguest Hotel „Sun Resort”, Herceg Novi, Montenegro

June 25 - 30, 2023

U organizaciji Univerziteta u Novom Sadu, Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, DOO „Industrijsko bilje” Novi Sad i Saveta tehnologa industrije ulja, održano je **64. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem** u periodu **od 25. do 30. juna 2023. godine u Herceg Novom u Crnoj Gori** (Hunguest Hotel „Sun Resort”, www.hunguesthotels.com/cs/hotels). Skup je organizovan u kontinuitetu 64. godinu za redom, uz ogromne napore i bez prekida, i bez obzira na sve poteškoće i probleme izazvane globalnom krizom u svetu.

Na skupu je održano 30 predavanja/prezentacija, a skupu je prisustvovalo više od 80 učesnika - naučnih radnika, tehnologa, oplemeljivača, selekcionera, kolega iz industrije ulja i kolega iz kompanija koje se bave razvojem, proizvodnjom i ugradnjom opreme i potrošnih materijala za uljarsku industriju i drugih gostiju.

Više informacija o održanom skupu se može dobiti putem e-maila: office@indbilje.co.rs ili videti na web sajtovima www.indbilje.co.rs; www.tf.uns.ac.rs i www.ifvcns.rs.

Organizacioni odbor

Događaji

INFORMACIJA SA SKUPA



**19. Euro Fed Lipid kongres
17-20. septembar 2023. godine**

**19th Euro Fed Lipid Congress
September 17-20, 2023**

U organizaciji Evropske federacije za nauku i tehnologiju lipida „Euro Fed Lipid e.V. - *European Federation for the Science and Technology of Lipids*” održan je još jedan, devetnaesti po redu, međunarodni Euro Fed Lipid kongres, jedan od najznačajnijih kongresa iz oblasti biljnih ulja i masti u svetu. Kongres pod nazivom **19th Euro Fed Lipid Congress and Expo: Fats, Oils and Lipids: from Raw Materials to Consumer Expectations** održan je u periodu **od 17. do 20. septembra 2023. godine u Poznanju, u Poljskoj.**

Na skupu je bilo preko 350 učesnika, iz 37 zemalja, uglavnom istaknutih naučnih radnika, ali i predstavnika različitih kompanija koje se bave tematikom kongresa, razvojem, proizvodnjom i ugradnjom opreme i potrošnih materijala za industriju ulja. Tokom četiri dana kongresa izloženo je preko 170 usmenih i preko 130 poster prezentacija.

Organizatori su najavili da će se sledeći 20. svetski Kongres o lipidima **20th Euro Fed Lipid Congress and Expo** održati **od 12. do 15. oktobra 2025. godine u Lajpcigu, u Nemačkoj.** Više informacija na www.eurofedlipid.org.



Prof. dr Ranko Romanić
Dr Tanja Lužaić

Događaji

NAJAVA ODRŽAVANJA SKUPA

65. SAVETOVANJE

PROIZVODNJA I PRERADA ULJARICA

- sa međunarodnim učesćem -

Hunguest Hotel „Sun Resort”, Herceg Novi, Crna Gora

23 - 28. jun 2024. godine

65th CONFERENCE

PRODUCTION AND PROCESSING OF OILSEEDS

- with international participation -

Hunguest Hotel „Sun Resort”, Herceg Novi, Montenegro

June 23 - 28, 2024

U organizaciji Univerziteta u Novom Sadu, Tehnološkog fakulteta Novi Sad, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, DOO „Industrijsko bilje” Novi Sad i Saveta tehnologa industrije ulja, u kontinuitetu, uz ogromne napore i bez prekida, i bez obzira na sve poteškoće i probleme izazvane globalnom krizom u svetu, održaće se **65. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učesćem** u periodu **od 23. do 28. juna 2024. godine u Herceg Novom u Crnoj Gori** (Hunguest Hotel „Sun Resort”, www.hunguesthotels.com/cs/hotels). Više informacija se može dobiti putem e-maila: office@indbilje.co.rs ili videti na web sajtovima www.indbilje.co.rs; www.tf.uns.ac.rs i www.ifvcns.rs.

Organizacioni odbor

UPUTSTVO ZA UREĐIVANJE I PRIPREMANJE RADOVA**OPŠTE NAPOMENE**

Časopis „Uljarstvo” objavljuje: **originalne naučne radove, pregledne i stručne radove** i druge priloge (prikaze knjiga, izveštaje sa naučnih i drugih skupova, informacije i drugo).

Originalni naučni rad sadrži neobjavljene rezultate sopstvenih istraživanja koji moraju da budu tako obrađeni i izloženi da eksperimenti mogu da se ponove, a rezultati da se provere.

Pregledni rad predstavlja sveobuhvatni pregled jedne oblasti ili problematike, zasnovan na objavljenim podacima iz literature, koji se u radu prikazuju, analiziraju i raspravljaju.

Stručni rad sadrži praktična rešenja ili ukazuje na razvoj struke i širenje znanja u određenoj oblasti na osnovu primene poznatih metoda i naučnih rezultata.

Sve prispele radove redakcija upućuje recenzentima radi mišljenja o njihovom objavljivanju. Posle prihvatanja radova za štampanje na osnovu mišljenja recenzenata, radovi se lektorišu. Redakcija zadržava pravo na manje korekcije rukopisa, a u spornim slučajevima to čini u sporazumu sa autorima. Radovi se štampaju latinicom na srpskom jeziku, a pojedini originalni naučni i pregledni radovi i na engleskom jeziku. Naslov rada, kratak sadržaj, ključne reči, naslov i tekstualni deo tabela, grafikona, šema, slika i ostalih priloga štampaju se dvojezično (srpski i engleski).

Objavljuju se radovi koji u istom ili sličnom obliku i sadržaju nisu štampani u drugoj periodičnoj publikaciji. Autori su potpuno odgovorni za sadržaj rada.

PRIPREMA RUKOPISA

Rad se dostavlja u elektronskoj formi pripremljen i sačuvan kao MS Word fajl (**.doc** ili **.docx**), veličina strane (Size) **A4** i sve **margin** **2,5 cm**, Font: **Times New Roman**, veličina slova (Font Size): **12**, Justified, Body Text, Indentation: 0 cm Left, 0 cm Right, Special: First Line by 0 cm, Spacing: 0 pt Before, 6 pt After, Line spacing: Single.

Tabele treba da budu ubačene u tekst na odgovarajuće mesto, nazvane kao Tabela... i numerisane arapskim brojevima po rastućem redosledu i iznad njih dat naziv na srpskom i na engleskom jeziku. Tekstualni deo u tabeli, takođe treba da bude dat na srpskom i engleskom jeziku.

Slike (fotografije, grafikoni, šeme i dr.) treba da budu crno-bele, ubačene u tekst na odgovarajuće mesto, nazvane kao Slika..., numerisane arapskim brojevima po rastućem redosledu i ispod njih dat naziv na srpskom i na engleskom jeziku. Slike treba da budu dostavljene i kao **posebni fajlovi (.tiff)**, min. 300 dpi, prilagođene crno-belom tehnici štampe, dimenzije najmanje 9×12 cm).

Stranice rada se označavaju arapskim brojevima, u donjem desnom uglu.

Ispod naslova rada, navodi se puno ime i prezime svih autora.

Naslov rada sa indeksom označava da je rad saopšten na nekom naučnom skupu, čiji se tačan naziv, mesto i datum održavanja navodi u objašnjenju indeksa na kraju rada.

U donjem slobodnom prostoru na prvoj stranici rada navodi se za sve autore puno ime i prezime, naziv institucije, adresa kao i mejl adresa autora zaduženog za korespondenciju.

Uz rad se prilaže kratak izvod (do 250 reči) sa naznakom ključnih reči (do pet). Izvod mora da sadrži cilj, metode, rezultate i zaključke rada. Naslov rada, izvod, ključne reči, kao i naslovi i tekstualni delovi tabela, slika i grafikona, daju se i na engleskom jeziku, ispod teksta na srpskom jeziku.

Po obimu rad ne treba da ima više od 20 stranica, uključujući sve priloge.

U radu autori treba da se pridržavaju Međunarodnog sistema jedinica (SI), odnosno važeće zakonske regulative (Zakona o metrologiji (Sl. glasnik br. 15/2016) i Pravilnika o merilima (Sl. glasnik br. 3/2018)).

Originalni naučni i stručni rad, po pravilu, treba da sadrži: uvod, materijal i metode rada, rezultate, diskusiju i literaturu, a zaključci su obavezni. U uvodnom delu rada daje se kratak pregled literature koja se odnosi na rad, najkraći pregled ranijih ispitivanja, cilj i svrha rada. Priznate i poznate metode i tehnike rada treba da se označe nazivom ili citatom iz literature, a sopstvene modifikacije treba da se opišu, i da sadrže dovoljno podataka da bi mogle da se ponove. Rezultati se predstavljaju tabelama, slikama, grafikonima i šemama, sa komentarima. Naslovi treba da su što kraći i jasni, i da sadrže sva potrebna objašnjenja, tako da mogu da se razumeju i bez čitanja teksta. U tekstu treba izbegavati ponavljanje podataka iz tabela, već isticati najvažnija zapažanja. U diskusiji se interpretiraju dobijeni rezultati sa osvrtom na podatke iz literature, ukoliko postoje. Pri preuzimanju rezultata, tabela, grafikona, šema ili slika iz literature, naročito kod preglednog rada, autor je obavezan da precizno naznači izvornu literaturu.

Grafikoni, šeme i drugi crteži se izrađuju kompjuterski. Veličina crteža i oznaka, kao i debljina linija treba da je takva da za štampu mogu da se smanje za 50% i pri tom budu čitljivi. Slike treba da su jasne, kontrastne.

U tekstu, citirana literatura se označava imenom autora i godinom publikacije. Autori su odgovorni za tačnost svih podataka koji se navode u literaturi. Navodi literature sadrže: prezime i inicijal imena jednog ili više autora, godinu, naslov rada, naziv časopisa bez skraćivanja (može biti skraćen, ali samo prema *World List of Scientific Periodicals*), broj volumena (broj časopisa ili mesec navode se samo za časopise koji u svakom broju označavanje stranica počinju sa brojem 1) i brojeve stranica na kojima citirani rad počinje i završava. Ukoliko je u pitanju knjiga, potrebno je da se navede autor, naslov, ime izdavača, mesto i godina izdavanja i stranice citiranja. Detalji u vezi sa navođenjem literature su dati u *Template* fajlu rada. Svi literaturni navodi navedeni u spisku literature moraju biti pomenuti i u tekstu i obrnuto.

Primeri navođenja punih naziva korišćenih literaturnih izvora:

Knjige: Karlović, Đ., Andrić, N. (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, str. 35-42, 185-375, 380-388.

Monografije: Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003). Oplemenjivanje suncokreta, Monografija, DOO „Školska knjiga”, Novi Sad, str. 178-182.

Poglavlja u knjizi: Grompone, M. (2005). Sunflower Oil, pp. 655-725. u: Editor, F. Shahidi, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils*, Vol. 2., J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.

Diplomski, magistarski, specijalistički i seminarski radovi, doktorske disertacije: Petrović, J. (2009). Tehnološki kvalitet semena oleinskog suncokreta sa izmenjenim sastavom tokoferola, Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Rad u časopisu: Kamal-Eldin, A. (2006). Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108: 1051-1061.

Rad saopšten na skupu i štampan u zborniku, u celini ili kao abstrakt: Dozet, B., Vuković, Z. (2007). Perspektive oleinskog tipa suncokreta u Srbiji. 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 21-26.

Pravilnici: Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Službeni list Srbije i Crne Gore br. 23/2006.

Internet stranice: [www.fao.org \(http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf\)](http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf), 10.03.2011.

Standardi: Srpski standard SRPS ISO 3960 (2001). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

Radove treba dostaviti na adresu:

Univerzitet u Novom Sadu
Tehnološki fakultet Novi Sad
Časopis Uljarstvo
21000 Novi Sad
Bulevar cara Lazara 1
Republika Srbija

odnosno na mejl adresu:

uljarstvo.tf@uns.ac.rs

Samo za pripremljene radove koji budu dostavljeni redakciji (uredništvu) najkasnije **do 31. jula** tekuće godine i koji budu uzeti u proces pripreme za objavljivanje (recenzija, lektorisanje, tehnička priprema ...), postoji mogućnost objavljivanja u broju časopisa za istu godinu. U suprotnom radovi će ući u proceduru objavljivanja za sledeći broj (godinu).

Uredništvo

INSTRUCTIONS FOR EDITING AND PREPARING OF MANUSCRIPTS

GENERAL INFORMATION

The journal „Uljarstvo” (Journal of Edible Oil Industry) publishes **original scientific papers, review articles, technical papers** and other works (book reviews, reports from scientific or other meetings, informations, etc.).

Original scientific paper contains unpublished results of the authors investigations, which must be processed and presented in such a way that experiments can be repeated, and the results verified.

Review article presents a comprehensive review of an area or subject matter, based on published data from literature, which is presented, analyzed, and discussed in the paper.

Technical paper contains practical solutions or promotes advancements in the profession and presents knowledge in a certain area based on implementation of known methods and scientific results.

The editors send the received manuscripts (without the names of authors) to reviewers for an opinion on their publication. After the manuscripts are accepted for publication on the grounds of the received review, the papers are edited. The editors reserve the right to make minor corrections in the manuscripts and controversial points are resolved in agreement with the author.

Papers are published in the Latin script in Serbian language, and certain papers (original scientific papers, preview articles, and reviews) in English, as well. The title of the paper, summary, key words, headings and text of tables, graphs, diagrams, figures, and other supplements are printed both in Serbian and English.

The journal publishes works that have not been published in any other periodic publication in the same or similar form or contents. Authors are fully responsible for the contents of their papers.

MANUSCRIPT PREPARATION

The paper is submitted in electronic form prepared and saved as MS Word file (.doc or .docx), page size (Size) A4 and all margins of 2.5 cm, Font: Times New Roman, font size: 12, Justified, Body Text, Indentation: 0 cm Left, 0 cm Right, Special: First Line by 0 cm, Spacing: 0 pt Before, 6 pt After, Line spacing: Single.

Tables should be inserted into the text in the appropriate place, named as Table ... and numbered in Arabic numerals in the growing order and above the name in Serbian and English. The text in the table should also be given in Serbian and English.

Figures (photographs, charts, charts, etc.) should be black and white, inserted into the text at the appropriate place, named Image ..., numbered in Arabic numerals in the order in which they appear, and the name given in Serbian and in English is given below. Images should also be delivered as separated files (.tiff, min 300 dpi, adapted for black and white printing, dimensions of at least 9×12 cm). The work pages are marked with Arabic numerals in the upper right corner.

The name and surname of the author(s) should be printed under the title.

The title of the paper is marked with a footnote if the work has been presented at a scientific symposium and the footnote should contain the exact title, date, and time when it was held.

In the lower free space on the first page of the article, the full name, the name of the institution, the address, and the email address of the author in charge of correspondence are given to all authors.

A short copy (up to 250 words) with a keyword (up to five) is attached to the paper. The copy must contain the objective, methods, results, and conclusions of the paper. The title of work, statement, key

words, as well as the titles and textual parts of the tables, pictures and graphs are also given in English, below the text in the Serbian language.

Manuscripts should not be longer than 20 pages, including all appendices.

The authors should adhere to the International Unit System of Units (IS), that is, the current legal regulations (the Law on Metrology (Official Gazette No. 15/2016) and the Rulebook on Measures (Official Gazette No. 3/2018)).

Original scientific and technical paper, as a rule, should include introduction, material and methods of work, results, discussion and literature, and conclusions are mandatory. The introductory part gives a brief overview of the literature related to the work, the shortest review of previous examinations, the purpose and purpose of the work. Recognized and well-known methods and techniques of work should be designated by the name or reference in the literature, and their own modifications should be described and contain sufficient data to be repeated. The results are represented by tables, images, charts, and schemes, with comments. Titles should be as short and clear as possible and contain all the necessary explanations so that they can be understood without reading the text. The text should avoid repeating data from the table, but to highlight the most important observations. The discussion interprets the obtained results with reference to the literature data, if any. When downloading results, tables, charts, diagrams, or images from literature, for a transparent work, the author is obliged to accurately indicate the original literature.

Graphs, diagrams, and other drawings should be prepared by computer. The size of the drawings and markings, as well as the thickness of the lines, should be such that they can be reduced by 50% for printing purposes and still be readable. Pictures must be clear, contrasting.

In the text, quoted literature is indicated by the author's name and year of publication. The authors are responsible for the accuracy of all the information given in the literature. The references to the literature contain: the surname and the initials of the names of one or more authors, the year, the title, the title of the journal without abbreviations (may be abbreviated but only according to the World List of Scientific Periodicals), the number of volumes (number of the journal or month are given only for journals in each number of page marking begin with number 1) and the numbers of pages on which the quoted work begins and ends. In the case of a book, it is necessary to indicate the author, title, publisher name, place and year of publication and the citation page. Details about referencing literature are given in the Template file. All literature references listed in the literature must be mentioned both in the text and vice versa.

Examples of naming the full names of the used literary sources:

Books: Karlović, Đ., Andrić, N. (1996). Kontrola kvaliteta semena uljarica, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, str. 35-42, 185-375, 380-388.

Monographs: Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003). Oplemenjivanje suncokreta, Monografija, DOO „Školska knjiga”, Novi Sad, str. 178-182.

Chapters in the book: Grompone, M. (2005). Sunflower Oil, pp. 655-725. u: Editor, F. Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Vol. 2., J. Wiley & Sons, New Jersey, USA.

Graduate, master's, specialist and seminar papers, doctoral dissertations: Petrović, J. (2009). Tehnološki kvalitet semena oleinskog suncokreta sa izmenjenim sastavom tokoferola, Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Journal paper: Kamal-Eldin, A. (2006). Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 108: 1051-1061.

Conference paper, full or as an abstract: Dozet, B., Vuković, Z. (2007). Perspektive oleinskog tipa suncokreta u Srbiji. 48. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 21-26.

Rulebooks: Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, Službeni list Srbije i Crne Gore br. 23/2006.

Website: [www.fao.org \(http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf\)](http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf), 10.03.2011.

Standards: Srpski standard SRPS ISO 3960 (2001). Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

Manuscripts should be sent to the following address:

University of Novi Sad
Faculty of Technology
Uljarstvo - Journal of Edible Oil Industry
Bulevar cara Lazara 1
21000 Novi Sad
Republic of Serbia

as well by mail address:

uljarstvo.tf@uns.ac.rs

Only for the prepared papers which are submitted to the editorial office (editorial board) **by July 31** of the current year at the latest and which are taken into the process of preparation for publication (review, proofreading, technical preparation ...), is there a possibility to publish in the issue of the journal „Uljarstvo” (Journal of Edible Oil Industry) for the same year. Otherwise, the papers will enter the publication procedure for the issue in the next year (volumen).

Editorial board



TEHNOLOŠKI
FAKULTET
NOVI SAD



POUZDAN
I STRUČAN

PARTNER

U VAŠEM
POSLOVANJU

Tehnološki fakultet Novi Sad sa tradicijom dugom više od 60 godina na studijskim programima: **Prehrambeno inženjerstvo, Biotehnologija, Hemijsko inženjerstvo, Farmaceutsko inženjerstvo i Inženjerstvo materijala**, obrazuje **vrhunske profesionalce** na osnovnim i master, kao i na doktorskim akademskim studijama, a na studijskim programima: **Mikrobiološka bezbednost hrane i Kozmetička tehnologija** i na specijalističkim akademskim studijama.

Bogata **saradnja** sa privredom omogućava studentima **Tehnološkog fakulteta Novi Sad** sticanje praktičnih **znanja**, ali istovremeno i privredi pruža **pomoć i podršku** u primeni najnovijih naučnih dostignuća u cilju **modernizacije** i **unapređenja** poslovanja.



Bulevar cara Lazara 1
21000 Novi Sad
Srbija

telefon:
021/485-3600



www.tf.uns.ac.rs

